

**Universidad Pública de Navarra**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa***

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**ESTUDIO Y DESARROLLO DE UN VIVERO  
HORTÍCOLA PARA EL AUTOABASTECIMIENTO  
DE COMUNIDADES INFANTILES VULNERABLES  
(BUSHBUCKRIDGE, MPUMALANGA, SUDÁFRICA)**

presentado por

**Iosu Ganchegui Ganchegui *k***

*aurkeztua*

**INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA EN HORTOFRUTICULTURA Y  
JARDINERÍA**

***NEKAZARITZAKO INGENIARI TEKNIKO BARATZEZAINZA,  
FRUTAGINTZA ETA LOREZAINZA BEREZITASUNA***

*1 de septiembre de 2010*

# ÍNDICE

- ▶ **ÍNDICE**
- ▶ **ÍNDICE DE FIGURAS**
- ▶ **ÍNDICE DE TABLAS**
- ▶ **AGRADECIMIENTOS**
- ▶ **RESUMEN**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1.- Antecedentes.....	12
1.2.- Introducción.....	13
1.3.- Localización y uso del suelo.....	14
1.4.- Factores socio-económicos.....	15
1.4.1.- Educación y cultura.....	15
1.4.2.- Economía y ayudas a los más desfavorecidos.....	16
1.4.3.- Reforma de la propiedad del suelo.....	17
1.5.- Agricultura de la zona.....	18
1.5.1.- Agricultura de subsistencia, agricultura sostenible.....	18
1.5.2.- Agricultura en Bushbuckridge.....	19
1.5.2.1.- Cultivos más habituales.....	20
1.5.2.2.- El problema del agua.....	21
1.5.2.3.- Situación de viveros en Bushbuckridge.....	22
1.6.- Semilleros y sustratos.....	23
1.6.1.- El vivero hortícola y semilleros.....	24
1.6.2.- Sustratos para el vivero hortícola.....	26
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>30</b>
2.1.- Objetivo general.....	31
2.2.- Objetivos específicos.....	31

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.1.- Localización.....	33
3.1.1.- Localización del ensayo.....	33
3.1.2.- Localización de las huertas.....	34
3.2.- Materiales.....	37
3.2.1.- Material vegetal.....	38
3.2.2.- Clima.....	39
3.2.3.- Semilleros.....	41
3.2.4.- Sustratos.....	45
3.2.5.- Abonado y riego.....	47
3.3.- Métodos.....	48
3.3.1.- Diseño del ensayo.....	48
3.3.2.- Desarrollo y manejo del cultivo.....	49
3.3.3.- Parámetros controlados.....	53
3.3.4.- Tratamiento estadístico de datos.....	56
3.3.5.- Creación de un vivero hortícola.....	56
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
4.1.- Influencia de los sustratos en la germinación de semillas hortícolas.....	58
4.1.1.- Evolución del porcentaje de germinación.....	58
4.1.1.1.- Semillas de lechuga.....	60
4.1.1.2.- Semillas de oca.....	61
4.1.1.3.- Semillas de tomate.....	62
4.1.2.- Porcentaje de germinación final y análisis estadístico.....	62
4.2.- Influencia de los sustratos y el tipo de semillero en el desarrollo de plántulas hortícolas.....	65
4.2.1.- Evolución de plantas de lechuga.....	66
4.2.2.- Evolución de plantas de oca.....	69
4.2.3.- Evolución de plantas de tomate. ....	73

4.3.- Influencia de los sustratos y el tipo de semillero en la calidad de las plántulas hortícolas obtenidas.....	76
4.3.1.- Plántulas de lechuga.....	77
4.3.2.- Plántulas de oca comerciales.....	78
4.3.3.- Plántulas de tomate.....	79
4.3.4.- Análisis estadístico de los resultados.....	81
4.4.- Influencia de los sustratos y el tipo de semillero en la viabilidad de plántulas hortícolas.....	84
4.4.1.- Desarrollo radicular de plántulas.....	84
4.4.1.1.- Longitud radicular en plantas trasplantadas a raíz desnuda.....	85
4.4.1.2.- Consistencia de taco en plantas trasplantadas con cepellón.....	88
4.4.2.- Supervivencia al trasplante de las plántulas.....	93
4.5.- Rendimiento final del semillero.....	95
4.6.- Creación de un vivero hortícola.....	97
4.6.1.- Elección de la huerta.....	97
4.6.2.- Construcción y puesta en marcha del vivero.....	97
4.6.3.- Mejoras en las huertas.....	99
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

### **I.- INTRODUCCIÓN**

**Fig. 1:** Niños huérfanos y vulnerables de la comunidad de *Justicia*.....12

**Fig. 2:** Mapa de localización de la región de Bushbuckridge.....14

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

**Fig. 3:** Zona de ensayo para el semillero con bandejas de alvéolos en la huerta de *Waterval Mision*, con seto vegetal cortavientos.....33

**Fig. 4:** Zona de ensayo para el semillero en cajoneras en la huerta de *Waterval Mision*.....34

**Fig. 5:** Vista general de las huertas de Justicia, Mabarihule y Cork.....36

**Figura 6:** Planta de oca y detalle de flor y fruto.....39

**Fig. 7:** Diagrama ombrotérmico de Gaussen para datos climáticos de Skukuza (1961-1990)....40

**Fig. 8:** Variación mensual de las temperaturas máximas y mínimas diarias.....41

**Fig. 9:** Comparación de tamaños de alvéolos.....42

**Fig. 10:** Izquierda, construcción de cajoneras sobre el terreno indicado en la figura 2. Derecha, cajoneras rellenas con los diferentes sustratos.....43

**Fig. 11:** Izq., estructura para malla de sombreado construida con ramas. Dcha., malla de sombreado colocada sobre los semilleros tipo cajoneras.....44

**Fig. 12:** Estructura de troncos y ramas con malla de sombreado para semilleros tipo bandejas...44

**Figura 13:** Estiércol de vacuno utilizado para la preparación de los sustratos del ensayo.....46

**Figura 14:** Izq., cajoneras rellenas de sustrato listas para la siembra. Dcha., plántulas germinando en cajoneras a una distancia de 5 cm entre ellas, a 8 días tras la siembra.....50

**Fig. 15:** Preparación de bancales para el trasplante de las plántulas, con aporte de estiércol, en la huerta de la misión de *Waterval*.....51

### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Fig. 16:** Evolución del porcentaje medio de germinación de las semillas de lechuga, oca y tomate en los diferentes sustratos ensayados.....59

**Fig. 17:** Alvéolos sin plántulas debido a los bajos porcentajes de germinación de la lechuga, a 16 días tras la siembra en semillero tipo bandeja. ....61

**Fig. 18:** Germinación de semillas de oca, con gran homogeneidad entre los sustratos, a 12 días tras la siembra en semillero tipo bandeja. ....61

**Fig. 19:** Porcentaje de germinación medio con desviación típica; a 14 días post-siembra en lechuga y oca, y 18 días en tomate. ....62

<b>Fig. 20:</b> Evolución del cultivo de plántulas de lechuga, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta.....	66
<b>Fig. 21:</b> Evolución del cultivo de plántulas de oca, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta.....	69
<b>Fig. 22:</b> Diferencias entre sustratos en plántulas de oca cultivadas en bandejas de alvéolos, a 26 días tras la siembra. ....	71
<b>Fig. 23:</b> Evolución del cultivo de plántulas de tomate, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta.....	73
<b>Fig. 24:</b> Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de lechuga comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras. ....	77
<b>Fig. 25:</b> Plantas de lechuga no comerciales. ....	77
<b>Fig. 26:</b> Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de oca comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras. ....	78
<b>Fig. 27:</b> Plantas de oca (cultivadas en bandejas) no comerciales por aspecto indeseado, poco crecimiento o desarrollo de solamente 1 hoja. ....	79
<b>Fig. 28:</b> Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de tomate comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras. ....	79
<b>Fig. 29:</b> Plantas de tomate no comerciales cultivadas en bandejas. ....	80
<b>Fig. 30:</b> Plantas de tomate (a raíz desnuda) no comerciales.....	81
<b>Fig. 31:</b> Longitud radicular media con desviación típica para cada sustrato y cultivo, en plantas producidas en semilleros tipo cajoneras. ....	85
<b>Fig. 32:</b> Crecimiento radicular de plántulas de lechuga, oca y tomate trasplantadas a raíz desnuda. Muestra representativa del desarrollo radicular en los sustratos ensayados.....	86
<b>Fig. 33:</b> Consistencia del taco en el momento del trasplante en plantas de lechuga (A), oca (B) y tomate (C) obtenidas en semillero tipo bandeja en los diferentes sustratos ensayados.....	89
<b>Fig. 34:</b> Consistencia del taco en plantas de lechuga obtenidas en semillero tipo bandeja.....	90
<b>Fig. 35:</b> Consistencia del taco en plantas de oca obtenidas en semillero tipo bandeja.....	91
<b>Fig. 36:</b> Consistencia de taco en plantas de tomate obtenidas en semillero tipo bandeja.....	92
<b>Fig. 37:</b> Plántulas de lechuga (izq.) y tomate (dcha.) trasplantadas en bancales de la huerta de <i>Waternal misión</i> , con acolchado vegetal. ....	93
<b>Fig. 38:</b> Construcción de mesa para bandejas de alvéolos y cubierta para malla de sombreo, en la huerta de Mabarihule. ....	98
<b>Fig. 39:</b> Pequeño vivero hortícola en la huerta de Mabarihule, y voluntarias del centro sembrando las primeras semillas. ....	99
<b>Fig. 40:</b> Mejoras en la huerta de Justicia; izq. aportación de estiércol en filas de cultivo, dcha. voluntarias plantando plántula hortícola producida en la misión de <i>Waternal</i> .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

### I.- INTRODUCCIÓN

<b>Tabla 1:</b> Soluciones nutritivas de referencia para plántulas de lechuga y tomate producidas en semillero.....	26
---	----

<b>Tabla 2:</b> Propiedades físicas y químicas de la turba rubia, perlita expandida y vermiculita exfoliada. ....	29
---	----

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

<b>Tabla 3:</b> Instalaciones y número de miembros en los centros de huérfanos.....	35
<b>Tabla 4:</b> Especies y variedades utilizadas en el ensayo. ....	38
<b>Tabla 5:</b> Características y dimensiones de las bandejas de alvéolos. ....	42
<b>Tabla 6:</b> Propiedades físicas de un suelo de similares características a la de la huerta.....	45
<b>Tabla 7:</b> Características del fertilizante líquido <i>Nitrospray plus</i> , utilizado para el abonado del ensayo de semilleros. ....	47

### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>Tabla 8:</b> Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y especies) y efectos (% de germinación). ....	63
<b>Tabla 9:</b> Porcentaje de germinación por especie o cultivo. ....	63
<b>Tabla 10:</b> Porcentajes de germinación por sustrato. ....	64
<b>Tabla 11:</b> Prueba de interacción entre sujetos (tratamientos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de lechuga. ....	67
<b>Tabla 12:</b> Altura media de las plántulas de lechuga en los distintos sustratos analizados.....	67
<b>Tabla 13:</b> Altura media de las plántulas de lechuga según el tipo de semillero.....	68
<b>Tabla 14:</b> Prueba de interacción entre sujetos (tratamientos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de oca. ....	70
<b>Tabla 15:</b> Altura media de las plántulas de oca en los distintos sustratos analizados en semillero de bandeja. ....	71
<b>Tabla 16:</b> Altura media de las plántulas de oca en los distintos sustratos analizados en semillero de cajoneras. ....	72
<b>Tabla 17:</b> Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de tomate. ....	74
<b>Tabla 18:</b> Altura media de las plántulas de tomate en los distintos sustratos analizados en semillero de bandeja. ....	75
<b>Tabla 19:</b> Altura media de las plántulas de tomate en los distintos sustratos analizados en semillero de cajoneras. ....	75

<b>Tabla 20:</b> Prueba de interacción entre sujetos (especies, tipos de semillero y sustratos) y efectos (porcentaje de plantas comerciales). .....	82
<b>Tabla 21:</b> Porcentaje de plantas comerciales por especie o cultivo. ....	82
<b>Tabla 22:</b> Porcentaje de plantas comerciales en los distintos sustratos analizados.....	83
<b>Tabla 23:</b> Porcentaje de plantas comerciales en los tipos de semillero ensayados.....	84
<b>Tabla 24:</b> Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y especies) y efectos (longitud radicular en mm). ....	87
<b>Tabla 25:</b> Longitud radicular media expresada en milímetros, por cultivos. ....	87
<b>Tabla 26:</b> Longitud radicular media expresada en mm, por sustratos. ....	88
<b>Tabla 27:</b> Porcentaje de supervivencia al trasplante en los cultivos de lechuga, oca y tomate, para cada tipo de semillero y sustrato. ....	94
<b>Tabla 28:</b> Porcentaje de plantas consideradas comerciales y que sobrevivieron al trasplante, por cultivo, sustrato y tipo de semillero. ....	95
<b>Tabla 29:</b> Prueba de interacción entre sujetos (especies, tipos de semillero y sustratos) y efectos (rendimiento final). ....	96
<b>Tabla 30:</b> Especies y variedades sembradas en el vivero hortícola de Mabarihule.....	98



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quisiera agradecer a la Universidad Pública de Navarra por concederme la beca de cooperación al desarrollo y haberme dado la oportunidad de realizar un trabajo tan interesante como lo ha sido este. También a Inma Farrán, mi tutora, por haberme dirigido el trabajo y toda la ayuda que me ha dado.

Especial agradecimiento a Rafa Armada, por haber hecho posible este trabajo y toda la ayuda que me dio durante mi estancia en Sudáfrica. Y a todos los misioneros Combonianos y demás gente de la misión de *Waterval* (Aldrin, Edgar, Mokoena y Sayna) por haberme hecho sentir como en casa durante mi estancia en la misión.

Tampoco me olvido de todas las personas con las que trabajé en las comunidades de Bushbuckridge, por la buena acogida que tuve y la gran labor que desempeñan en el día a día de los centros de huérfanos. El trabajo no hubiese sido posible si no fuera por la predisposición y ganas de trabajo que tuvieron en todo momento.

Por último, quisiera agradecer a mi familia por haberme dado la oportunidad de realizar los estudios; y en especial a Amaia por su paciencia y apoyo.

Ha sido una experiencia en la que yo mismo me he puesto a prueba continuamente. No resulta fácil realizar un trabajo tan lejos de casa y con los medios tan limitados, ya que no todo sale a la perfección y surgen muchos contratiempos. A pesar de que este tipo de proyectos no se ajuste completamente a la estructura de un Trabajo Final de Carrera como los que habitualmente se presentan en la Universidad Pública de Navarra, son trabajos en los que hay que demostrar las habilidades de cada uno y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos.

De cara al futuro, espero que esta experiencia pueda servir como referencia y no haya que partir de cero, que los aciertos puedan volver a repetirse y que los problemas que se presenten puedan ser superados con más facilidad. Ha sido una experiencia muy recomendable, que ha merecido mucho la pena.

## **RESUMEN**

Este proyecto surgió como una propuesta del misionero Comboniano e Ingeniero Agrónomo Rafael Armada a la Universidad Pública de Navarra, para realizar un trabajo de cooperación al desarrollo en el entorno rural más desfavorecido de la región de Busbuckridge, en la provincia de Mpumalanga (República de Sudáfrica).

En el año 2007, el estudiante de la UPNA Fermín Alcasena realizó un trabajo de cooperación al desarrollo en la misma región, donde se puso de manifiesto la problemática existente en torno a la disponibilidad de planta hortícola para las comunidades más desfavorecidas. Por otra parte, los misioneros Combonianos asisten en comunidades de la zona a tres proyectos de niños huérfanos y vulnerables, donde además de otras atenciones y actividades, tienen huertas para autoabastecerse de alimentos sanos.

El presente trabajo fin de carrera ha tenido como principal objetivo estudiar las posibilidades existentes en la zona para crear un vivero hortícola para el autoabastecimiento de las huertas de los proyectos. Además se ensayaron distintos sustratos y contenedores con el fin de elegir los más adecuados para su uso en el semillero, se asistió a las huertas con el fin de mejorar la producción y abastecer de plántula de calidad, se ofreció formación a los voluntarios y se creó un pequeño vivero hortícola en una de las comunidades.

Se realizó un ensayo de semilleros para determinar cuáles serían el sustrato y tipo de semillero más adecuado. En dicho ensayo se probaron 8 sustratos diferentes (mezclas de comercial, tierra local y estiércol) y dos tipos de semilleros: bandejas de alvéolos y cajoneras. Para ello se emplearon tres especies hortícolas: tomate, lechuga y oca (*Abelmoschus esculentus*), una especie local mejor adaptada a las condiciones edafológicas y climáticas de la zona. Se estudiaron las variables germinación, desarrollo de las plántulas, calidad de las mismas, y la viabilidad que tenían.

Se observó que los sustratos que contenían sustrato comercial en su composición fueron los que ofrecieron mejores resultados. Además, cuanto mayor era su proporción en la composición de sustrato mejor era su aptitud para la germinación, el crecimiento de las plántulas y el rendimiento final del semillero. Se corroboró que la oca está mejor adaptada a las condiciones ambientales de la zona. También se concluyó que el semillero tipo cajoneras ofrecía mejores resultados que las bandejas de alvéolos. Por último, se creó un pequeño vivero hortícola en la huerta de *Mabarhule*, para poder autoabastecerse de plántula hortícola de calidad, ofreciendo formación a las voluntarias en el manejo del semillero para poder llevar adelante el vivero.

# **I.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1.- ANTECEDENTES**

Este trabajo final de carrera surgió como una propuesta del misionero Comboniano e Ingeniero Agrónomo Rafael Armada a la Universidad Pública de Navarra, para realizar un trabajo de cooperación al desarrollo en el entorno rural más desfavorecido de la región de Busbuckridge, en la provincia de Mpumalanga (Sudáfrica).

En el año 2007, el estudiante de la UPNA Fermín Alcasena realizó un trabajo de cooperación creando huertas para los pacientes en un hospital de la misma región. En este trabajo se puso de manifiesto la problemática existente en torno a la disponibilidad de planta hortícola para las comunidades más desfavorecidas, observándose la necesidad de autoabastecerse de planta y semilla.

Por otra parte, los misioneros Combonianos<sup>1</sup> asisten en comunidades de la zona a tres proyectos de niños huérfanos y vulnerables (Fig. 1), muchos de ellos a causa del SIDA, donde además de otras atenciones y actividades, les asisten en el trabajo de las huertas para autoabastecerse de alimentos sanos. El presente trabajo se enmarcó en estos proyectos ya en marcha, como un apoyo más para mejorar la situación de las huertas.



**Fig. 1:** Niños huérfanos y vulnerables de la comunidad de *Justicia*, asistidos por el proyecto de los misioneros Combonianos.

<sup>1</sup> Los misioneros Combonianos son una congregación religiosa con espiritualidad exclusivamente misionera, centrándose su trabajo en las zonas más rurales de África.

### **1.2.- INTRODUCCIÓN**

Se estima que 5.200 millones de personas viven en países en desarrollo. De ellos, 3.000 millones de personas viven en el entorno rural, de los cuales el 30% sobrevive con menos de 1 \$ al día (IFAD, 2009). Hoy en día, vivir en el entorno rural más desfavorecido de los países en vías de desarrollo, significa ser el más pobre entre los pobres. A pesar de que Sudáfrica es un país autosuficiente en lo que respecta a la producción de alimentos, unos 14 millones de personas son consideradas vulnerables a la inseguridad alimentaria (National Treasury, 2003). La pobreza ha sido identificada, junto al SIDA, como el mayor problema de Sudáfrica. Entre el 40% y 46% de la población de Sudáfrica puede considerarse que está viviendo en pobreza (Landman, 2004), mientras que el 15 % de la población puede ser clasificada como ultra-pobre; encontrándose en 2008 el 41% de la población total de Sudáfrica (48 millones) en un entorno rural (World Bank, 2009). En este entorno rural, se estima que el 71% de la población vive en la pobreza (Adams *et al*, 1999).

La provincia de Mpumalanga también sufre un alto índice de pobreza, mayor que en el global de la República de Sudáfrica. Aunque es la segunda provincia más pequeña del país, tiene una población estimada de 3,5 millones de habitantes en los 79.490 km<sup>2</sup> que ocupa de extensión (Mpumalanga Provincial Government, 2009). Se estima que existen 1,8 millones de personas viviendo por debajo del umbral de la pobreza, un 57% de la población (HSRC, 2004).

La región de Bushbuckridge, lugar donde se realizó el trabajo, se encuentra al noreste de la provincia de Mpumalanga. Con una extensión de 2.123 km<sup>2</sup>, su población es de unos 500.000 habitantes, de los cuales la gran mayoría (99%) es población negra (Bushbuckridge Municipality, 2009). La pobreza de la región es aún mayor que en la provincia, y la tasa de empleo no llega ni al 15%, por lo que la situación en la que viven los habitantes es realmente crítica.

En estas áreas rurales, las políticas del Apartheid<sup>2</sup> perjudicaron seriamente el estilo de vida y la agricultura tradicional de subsistencia. Muchas de las técnicas de cultivo, cultivos tradicionales, técnicas de conservación de los alimentos y todo tipo de conocimientos adquiridos y mantenidos durante siglos, que habían sido herramientas indispensables para la subsistencia, están desapareciendo. Las nefastas condiciones de la política del Apartheid unidas ahora a la alta incidencia del SIDA entre la población del entorno rural, están acelerando todavía más la pérdida de conocimientos. Si a esto le añadimos unas condiciones climáticas casi extremas, la vida y la actividad agrícola todavía resulta más difícil. Son problemas muy importantes en la agricultura local la

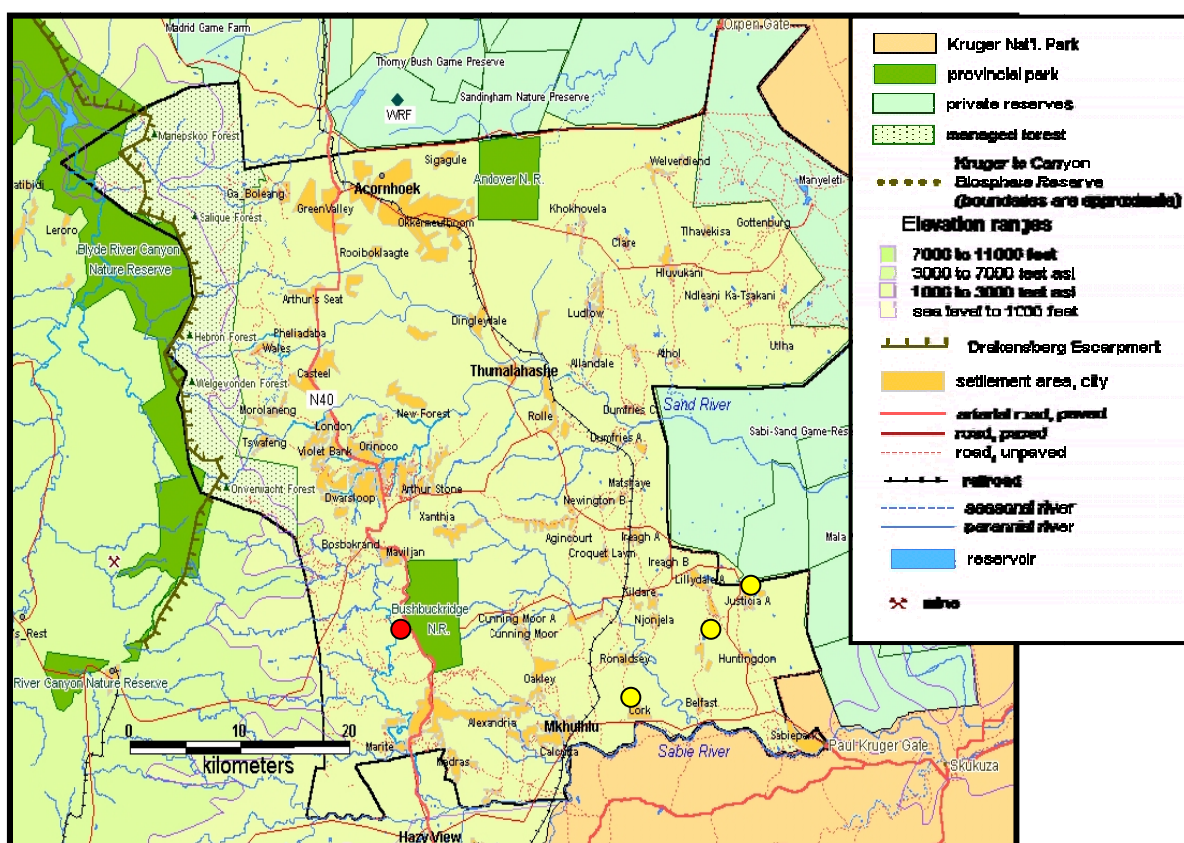
---

<sup>2</sup> Apartheid: nombre que se le da al fenómeno de segregación racial que se dio en Sudáfrica durante el siglo XX; implantado por la sociedad blanca, discriminando todos los derechos de las razas negras.

falta de agua, la desaparición de especies y variedades locales, y la inexistencia de plántula hortícola de calidad disponible.

### 1.3.- LOCALIZACIÓN Y USO DEL SUELO

La región de Bushbuckridge (31°28' E; 24°39' S) se encuentra al noreste de la provincia de Mpumalanga, en la República de Sudáfrica (Fig. 2). Delimita con la carretera de Orpen-Klaserie en el norte, extendiéndose hasta el escarpado de Drakensberg en el oeste, el Parque Nacional Kruger en el este y hasta el Río Sabie en el sur. La región tiene una superficie total de 2.123 km<sup>2</sup>, distribuida en 135 comunidades o asentamientos alrededor del núcleo principal, el pueblo de Bushbuckridge. Se puede diferenciar la sabana africana, que es donde se concentra la mayor parte de la población negra, y la zona escarpada hacia la montaña, la cual es más boscosa y habitada mayormente por granjeros blancos. El entorno es de especial valor y belleza medioambiental y paisajístico, debido a la presencia del Parque Nacional Kruger<sup>3</sup>, el Blyde River Canyon<sup>4</sup>, los escarpados Drakensberg Mountains, e innumerables zonas de sabana, bosques, ríos y cascadas (Thornton, 2002).



**Fig. 2:** Mapa de localización de la región de Bushbuckridge, provincia de Mpumalanga, Sudáfrica. (Punto rojo, zona de estudio; puntos amarillos, comunidades donde se trabajó).

<sup>3</sup> EL Parque Nacional Kruger es una de las mayores reservas mundiales de animales salvajes.

<sup>4</sup> El Blyde River Canyon es Biosfera Reservada por la UNESCO.



El uso del suelo en la región de Bushbuckridge se distribuye de la siguiente manera (Shackleton *et al*, 1995): comunales 64,7%, plantaciones forestales 10,8%, tierras arables de secano 6,6%, tierras arables en regadío 2,2%, residencial 2,8% y de conservación natural 12,9%. Según el ayuntamiento de Bushbuckridge, existen 1970 ha de tierras agrícolas totales. La recolección de recursos naturales y secundarios como paja para tejados, cañas, materiales de construcción, frutos, plantas medicinales y caza son prácticas habituales que están permitidas en los comunales (Dovie, 2002).

### **1.4.- FACTORES SOCIO ECONÓMICOS**

Existen varios factores socio-económicos, algunos de ellos mencionados anteriormente, que debemos conocer para tratar de comprender el entorno en el cual se realizó el trabajo.

#### **1.4.1.- EDUCACIÓN Y CULTURA**

Durante los años del Apartheid, la discriminación sufrida en el ámbito de la educación fue una herramienta empleada por el poder blanco para limitar el desarrollo de la población local negra. A mediados de los setenta, el gasto del gobierno en la educación de la población negra era sólo un 4% del gasto realizado en la educación de los blancos, y en las vísperas de las elecciones de 1994 esta cifra había aumentado sólo un 51% en Sudáfrica (Terreblanche, 2002). En el año 2004, el alfabetismo adulto en Sudáfrica se estimó que era de 82% (Guía del Mundo, 2007). En Bushbuckridge, a fecha de 2006 el 40% de la población no ha recibido ninguna educación, y más del 70% de las escuelas de la región no tienen acceso a agua ni luz. En la región hay 139 escuelas de primaria y 170 de secundaria, pero están abarrotadas de alumnos y ello se traduce en mala atención y educación inadecuada (DPLG, 2006). La población negra ha carecido de educación y de estudios y esto ha hecho que siempre hayan sido utilizados como mano de obra barata, ocupando los empleos más duros y peor remunerados.

En cuanto a las culturas presentes en Bushbuckridge, la gran mayoría es de origen africano<sup>5</sup> (más del 99%), aunque también se pueden encontrar culturas indias-asiáticas (0,1%), mestizos (0,2%) y una minoría blanca (0,06%) de cultura *Boer*, antiguos mandatarios de Sudáfrica durante los años del Apartheid (Bushbuckridge Municipality, 2009). El idioma más hablado en la zona es el *Tsonga* (58%), seguido por el *Sepedi* (27%), sin olvidar las dos lenguas mayoritarias en Sudáfrica, el inglés y el *Zulú* (DPLG, 2006).

---

<sup>5</sup> Se entremezclan varias culturas africanas: *Swazi*, *Shangan*, *Zulú*, *Sotho*, *Khosa* y *Pedi*, entre otros.

Cabe destacar el duro papel que tiene la mujer en la cultura local, ya que todos los factores socio económicos que afectan a la sociedad, lo hacen en mayor medida hacia la mujer. Las mujeres son mayoría (56%) en la región, reflejando el impacto de la migración de los hombres a trabajar en las explotaciones mineras en otras zonas del país, a salarios muy bajos y condiciones laborales precarias.

### **1.4.2.- ECONOMÍA**

La región es excepcionalmente pobre, ya que el 85% de las familias viven en la pobreza y solamente el 14% de la población está empleada (DPLG, 2006). Las cuatro sub-economías más importantes de la zona son: servicio público y gubernamental, con el 33% de todos los empleados; servicios, centrándose en 3-4 núcleos urbanos; la agricultura, que aunque sea mayormente de subsistencia, existen unas pocas explotaciones grandes regentadas por blancos que ofrecen trabajo a la población nativa; y el turismo, gracias al Parque Nacional Kruger y todos los servicios (hoteles, restaurantes, *Game lodges*<sup>6</sup>, tiendas...) que lo rodean. También es de destacar que el 60% de la población trabajadora lo hace en otras provincias del país, especialmente en las explotaciones mineras de oro y platino.

Está bien reconocido que Sudáfrica tiene el servicio de seguridad social de mayor cobertura del África subsahariana, y ofrecen muchas ayudas económicas a los más desfavorecidos. De entre el número de subvenciones que se ofrecen para proteger a la gente pobre cuando pierden sus empleos o experimentan imprevistos perjudiciales para su economía familiar, existen tres pensiones que son las más efectivas para evitar un mayor empobrecimiento y son: las pensiones de vejez, las pensiones de invalidez y las pensiones de manutención de niños (Arlington y Lund, 1996). Las pensiones máximas a las que se puede acceder son las de vejez por invalidez, que pueden llegar a 740 Rand<sup>7</sup>. Las pensiones por manutención de niños son de 170 Rand al mes hasta que cumplan los 11 años. En realidad, existen muchísimas familias que subsisten gracias a alguna de las ayudas mencionadas; y es de especial atención la existencia de muchas mujeres muy jóvenes que tienen niños por la razón de obtener una ayuda y vivir de ella, sin tener que trabajar. Durante la estancia en la región de Bushbuckridge, se observó que existen muchas familias que ni siquiera quieren encontrar trabajo porque las pensiones les valen para sobrevivir, aunque sea de una manera precaria.

<sup>6</sup> Game Lodge: Son reservas naturales privadas para visitar la sabana africana y los animales que lo habitan, dotados de lujosos hoteles.

<sup>7</sup> Rand: Divisa oficial de la República de Sudáfrica. (1Rand=0,107€; 1€=9,3Rand).



### **1.4.3.- REFORMA DE LA PROPIEDAD DEL SUELO**

Hoy en día, a pesar de que la política del Apartheid ha quedado completamente abolida, el acceso de la población negra a un suelo arable de calidad resulta todavía un reto. En los años 50, el gobierno del Apartheid expulsó a la población negra de las zonas donde residían y trabajaban la tierra, para moverlos a asentamientos en la sabana de Bushbuckridge, con terrenos más pobres y de mala calidad agrícola (Thornton, 2002).

Para acabar con esta situación de injusticia se dio inicio a la reforma del suelo cuando el ANC<sup>8</sup> llegó al gobierno en 1994. Se diseñó un ambicioso plan para la redistribución de la tierra, el Acta de Restitución de la Tierra (LRA), integrada en el Programa de Reconstrucción y Desarrollo (RDP), para tratar de proveer tanto de suelo residencial como agrícola a la población rural más necesitada (Thornton, 2002). La RDP (1994) del gobierno, sostuvo que el paso más importante para alcanzar la seguridad alimentaria era proveer de oportunidades de empleo productivo a través de reforma de la tierra a la población, fomentar programas de trabajo y reorganizar la economía.

Esa reforma permite a la población negra reclamar la tierra donde vivía antes del Apartheid, aunque este proceso está resultando muy conflictivo, duro y costoso (Thornton, 2002). Las mejores tierras todavía están en manos de los blancos y los poblados o asentamientos de la población negra se sitúan sobre los terrenos más pobres y desfavorables agrónomicamente hablando.

La labor de evaluación y seguimiento llevada a cabo en el año 2000 por el Departamento de Ordenación del Territorio, mostró que el 72% de los hogares que adquirieron subvenciones para comprar suelo lo hicieron para fines residenciales, mientras que sólo un 12% lo hizo para la agricultura (May, 2000). El proceso de la redistribución del suelo agrícola está resultando más lento de lo esperado, ya que las tierras pertenecían a la población negra de generaciones anteriores que las actuales, los registros de expropiaciones de tierras no existen o son de difícil interpretación, y los trámites administrativos son muy lentos en ese ámbito (Thornton, 2002). De hecho, desde el año 1994 hasta el 2001, sólo se consiguió redistribuir el 1,2% del suelo agrícola en todo Sudáfrica. La meta que se estableció el gobierno para el 2015, la redistribución del 30% de la tierra agrícola, se presenta en la actualidad como un objetivo difícilmente alcanzable. En la región de Bushbuckridge, en el año 2006 todavía el 83% del territorio estaba afectado por la redistribución de la tierra y podía ser reclamada por la población (DPLG, 2006).

---

<sup>8</sup> ANC: African National Congress, partido político mayoritario que gobierna Sudáfrica desde 1994; lideró la lucha por la abolición del Apartheid, con Nelson Mandela como referente.

Todo ello ha concebido dos agriculturas totalmente diferentes, y un choque forzado entre dos culturas muy diferentes. Por un lado la agricultura tradicional de la población negra, que se trataba de una agricultura de subsistencia y carácter muy local, en la mayoría de los casos para autoabastecimiento. Por otro la nueva agricultura de los colonos blancos, exportada desde Europa, una agricultura de escala mucho mayor con enormes superficies controladas por poquísimas personas. Esto generó la necesidad de mano de obra barata, que por supuesto lo encontraban en la población negra.

Por todo ello, en la actualidad la reforma del suelo no resulta suficiente en un mercado agrícola altamente competitivo como lo es el sudafricano, no basta con estar en posesión de tierras. Los nuevos propietarios nativos a menudo carecen de formación y experiencia en lo que respecta a la gestión de una explotación agrícola y son incapaces de llevarlas adelante. La necesidad de apoyar a los nuevos agricultores, ofreciéndoles formación y financiación, resulta imprescindible.

### **1.5.- AGRICULTURA DE LA ZONA**

La agricultura de la zona es diferente a la que en nuestras latitudes conocemos, especialmente la llevada a cabo por las culturas africanas más rurales. Debido a ello, se ha considerado importante describir cómo es la agricultura que practica la población nativa, las características que presenta y los mayores problemas que tienen.

#### **1.5.1.- AGRICULTURA SOSTENIBLE Y AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA**

La agricultura sostenible se entiende como la actividad agrícola, que desde el respeto al medio ambiente (haciendo un uso óptimo de los recursos disponibles, evitando su degradación y trabajando por su recuperación), tiene como objetivo aumentar la cantidad y la calidad de las producciones agrícolas de modo indefinido. La agricultura sostenible detiene el agotamiento y la destrucción de los recursos naturales y fomenta un aumento sostenido y ecológicamente viable de la producción agrícola. Es pues, técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable (Jiménez y Lamo, 1998). A partir de la agricultura sostenible podemos encontrar una gama muy variada de sistemas agrícolas.

De este modo, la agricultura sostenible comprende una gama de estrategias dirigidas a resolver muchos de los problemas que afligen a la agricultura mundial

actual (Jiménez y Lamo, 1998), provocados en gran medida por una agricultura convencional que sólo se ha preocupado en obtener grandes producciones.

La agricultura de subsistencia se entiende como un modo de agricultura en la que una superficie de tierra produce el alimento suficiente y necesario para sostener a sus agricultores a través de la actividad diaria normal. En general se trata de una agricultura familiar, para autoabastecimiento de alimentos sanos y en suficientes cantidades. Todo ello cambiará en cada contexto dependiendo del clima, condiciones y disponibilidad de tierra, prácticas agrícolas, facilidades de mercado, situación socio-económica, etc. Este tipo de agricultura no está orientado a la acumulación de capital ni de labor especializada, ya que los agricultores disponen únicamente de bienes que pueden producir por sí solos.

### **1.5.2.- AGRICULTURA DE BUSHBUCKRIDGE**

En la mayoría de los países africanos subsaharianos, el 60-70% de la comida se produce por agricultores de carácter familiar y local (Mutangadura, 2005). La región de Bushbuckridge en concreto es una zona muy rural, también dominada por la agricultura de subsistencia y las explotaciones agrícolas y ganaderas familiares. La mayoría de las huertas son para autoabastecimiento de las familias, y la inexistencia e imposibilidad de acceso a mercados produce que solamente puedan vender en las propias comunidades (Gobierno de Sudáfrica, 2006). La agricultura practicada por las comunidades de origen africano difícilmente sustenta a las familias más de tres meses al año, precisamente los meses de lluvias. Como resulta imposible utilizar agua para el riego de los cultivos, las fechas de siembra y recolección van acorde con la distribución de las precipitaciones, que ocurren de Octubre a Abril, verano en la zona<sup>9</sup>.

Por desgracia, la agricultura de subsistencia es una actividad que se encuentra en recesión entre la población local. La edad media de los que trabajan en el campo cada vez es más alta y las nuevas generaciones ya no se interesan en la agricultura. Esto es debido a que es una actividad que exige un gran esfuerzo y no siempre se obtienen los resultados esperados.

La durísima climatología típica de un clima árido-semiárido es el factor limitante más importante para el desarrollo de la agricultura y las escasas cosechas que obtienen. Las producciones oscilan mucho año tras año debido a la variabilidad de las precipitaciones. Junto con la climatología, el suelo de textura arenosa y baja fertilidad resulta también un factor crítico para la sostenibilidad del sistema agrícola en este lugar. Si sobreponemos un mapa de suelos con otro de la distribución de la población

---

<sup>9</sup> Ver apartado de Clima en Materiales y Métodos (Pág. 39).

nativa de color, se puede ver como la población nativa ocupa los suelos de menor fertilidad y peor aptitud para la agricultura.

En general, los campos de labor son de pequeñas dimensiones, menores de ½ hectárea y se encuentran localizados en torno al hogar familiar. Todas las labores se realizan manualmente, aunque existan algunos agricultores de mayor nivel adquisitivo (minoría) que disponen de maquinaria de segunda o tercera mano. Es curioso que todas las técnicas empleadas dependen totalmente de la meteorología del momento, y no intentan hacer nada cuando creen que la climatología no les ayuda; la actitud pasiva que muestran hacia el cultivo fue muy sorprendente durante el trabajo.

Cabe destacar que la mayoría de los agricultores en el África subsahariana son mujeres, aunque sus derechos en cuanto a posesión de tierras están discriminados, y el acceso a la tierra que tienen es por parte del marido o padre (Mutangadura, 2005). En la región de Bushbuckridge son casi siempre las mujeres, en ocasiones con ayuda de los niños, las que realizan todas las labores agrícolas desde la preparación del suelo hasta la recolección. Además hay que añadir el papel que tienen en la obtención de leña y agua desde fuentes lejanas, que los hacen íntegramente las mujeres.

### 1.5.2.1.- Cultivos más habituales

Se observaron los cultivos más empleados por la población nativa, y se pudo ver que además de los cultivos hortícolas típicos que nos podemos encontrar en nuestras latitudes, también se cultivaban ciertos cultivos tradicionales denominados “ancient crops” o cultivos indígenas.

Entre los cultivos hortícolas comunes, había una gran cantidad de cultivos, que son universalmente cultivados en todo el mundo, que también se sembraban y plantaban en los huertos del entorno rural. Entre los más cultivados nos encontramos el tomate (*Lycopersicum esculentum*), la acelga (*Beta vulgaris* ssp. *Cicla*), la remolacha (*Beta vulgaris* ssp. *Vulgaris*), la berza (*Brassica oleracea*), la cebolla (*Allium cepa*); y en menor medida, el pimiento<sup>10</sup> (*Capsicum annum*), la zanahoria (*Daucus carota*), la alubia verde (*Phaseolus vulgaris*), y la lechuga (*Lactuca sativa*). Especial importancia tienen en sus dietas la berza o col, la remolacha y la acelga, que son consumidas casi diariamente junto con el *porridge*<sup>11</sup>.

Los cultivos indígenas o también conocidos como “ancient crops”, son los diferentes cultivos que tradicionalmente han sido la base de la agricultura de subsistencia de la población local negra desde hace cientos de años. Estos cultivos no son comerciales (salvo excepciones como el cacahuete), y han perdurado generación

<sup>10</sup> Las variedades de pimiento eran variedades picantes empleadas en la cocina como condimento.

<sup>11</sup> *Porridge*: es una masa de harina de maíz (polenta) que es la base de la alimentación en el entorno rural de Sudáfrica. La consumen para desayunar, comer y cenar, junto con algún otro condimento.

tras generación como herencia de una cultura popular propia. Las diferencias que distinguen a los cultivos tradicionales frente a las especies comunes son: mayor resistencia a plagas y enfermedades, menores necesidades hídricas, mayor resistencia a altas temperaturas, más productivas en suelos pobres y arenosos, y mayor vigor.

De este modo, los cultivos indígenas garantizan unas producciones mínimas que ofrecen seguridad alimentaria, de gran importancia sobre todo los años más desfavorables y cuando la agricultura es exclusivamente de subsistencia. El cultivo de los “ancient crops” es relativamente habitual en muchos de los huertos locales, y principalmente en aquellos lugares donde resulta imposible el empleo de agua para el riego, aunque se están perdiendo a gran velocidad debido, principalmente, a la introducción de especies y variedades más atractivas y cultivadas por los blancos, y la difícil disponibilidad de semilla o planta.

La base de su cultivo y alimentación se centra en el maíz (*Zea mays*) y diversas especies locales de leguminosas anuales para el aprovechamiento de grano, como son el cacahuete (*Arachys hypogaea*) que es la legumbre que más consumen, el “coupí” o “tiniawa” (*Vigna unguiculata*), y “bambarra” o “maní africano” (*Vigna subterranea*). También se cultivan: boniato (*Ipomea batatas*, convolvulaceae), para el consumo de su tubérculo (muy parecido a la patata); cucurbitáceas diferentes, la mayoría especies y/o variedades indígenas como la calabaza “bottle gourd” (*Lagenaria siceraria*) y la sandía silvestre (*Citrillus lanatus*); y la “ocra” o “gombo” (*Abelmoschus esculentus*), malvácea que se aprovecha el fruto para elaborar típicos platos sudafricanos. Cabe destacar que existían algunos cultivos que se han perdido, como es el caso del sorgo (*Sorghum bicolor*), que ha sido totalmente desplazado por el maíz.

Además de los cultivos hortícolas citados, es muy común encontrarse árboles frutales en las propias huertas sin ningún cuidado; entre ellos la papaya (*Carica papaya*), el mango (*Mangifera indica*) o el lichi (*Litchi chinensis*). La recolección de vegetales silvestres también es una práctica habitual entre la población del entorno rural, siendo una fuente de vitaminas muy importante para la población.

### 1.5.2.2.- El problema del agua

El agua es uno de los mayores problemas en la agricultura de Bushbuckridge, debido a lo extremo del clima; su escasez es el factor que más impide el desarrollo de la agricultura en la zona (DPLG, 2006). Solamente el 40% de las viviendas reciben agua potable, por lo que se puede entender que la situación del agua de riego no puede ser buena. En la actualidad existen tres zonas de riego, pero la totalidad de la superficie de estas zonas es propiedad de la población blanca para el cultivo a gran escala de plátano, nueces de macadamia, mangos, etc. (DPLG, 2006). Por tanto, la disponibilidad de agua en las zonas rurales negras es casi nula. Existen algunas huertas financiadas

por ONGs extranjeras que han podido excavar un pozo para extraer agua, pero estos casos son aislados. Además, la cercanía de las aldeas rurales al Parque Nacional Kruger<sup>12</sup>, junto con las grandes necesidades hídricas que necesitaría el cultivo en la zona, ponen en peligro la biodiversidad del entorno (DPLG, 2006). Por tanto, los agricultores rurales dependen totalmente de las precipitaciones, que muchos años no son suficientes para conseguir buenas cosechas.

### 1.2.5.3.- Situación de viveros en Bushbukridge

No se pudo encontrar ningún vivero hortícola profesional/comercial en la región, ni tampoco ningún establecimiento que vendiera plántula hortícola. Los viveros hortícolas más cercanos que se han podido constatar se encuentran en otras regiones, como los viveros de Hoedspruit a 80 km al norte y White River a 65 km hacia el sur. Además, los precios de las plantas eran abusivos, aunque de buena calidad, siendo incluso mayores que en otros países más desarrollados. Por tanto, la plántula hortícola de calidad queda inaccesible a la población más rural.

Se ha podido saber que existen un par de ejemplos en la zona, de proyectos donde además de otros servicios y actividades tienen viveros hortícolas. En concreto se trata de una escuela de secundaria en *Acornhoek*<sup>13</sup> donde se implantó un vivero con la ayuda de la ONG británica Global Community Rising; y otro pequeño proyecto con huertas y un vivero en *Welverdiend*<sup>14</sup> que es asistido por *Manyeleti Game Reserve*. Durante el trabajo no hubo oportunidad de visitarlos.

En cambio la disponibilidad de semilla hortícola estándar no es un problema, ya que se puede encontrar en cualquier supermercado o tienda de alimentos de la zona, que como máximo puede situarse a 15km desde las comunidades. Se pueden encontrar semillas de las especies hortícolas más comunes a precios asequibles, aunque no se pudo encontrar semilla de cultivos indígenas o variedades locales.

---

<sup>12</sup> Como es Parque Natural en una zona muy árida, el uso del agua está muy restringido y controlado.

<sup>13</sup> Acornhoek es un núcleo importante en la región, situado al norte de la misma.

<sup>14</sup> Welverdiend es una pequeña comunidad situada al noreste de la región, cerca de las reservas naturales.

## **1.6.- SEMILLEROS Y SUSTRATOS**

Las plantas agrícolas se obtienen mediante dos formas básicas: la reproducción sexual, donde se obtienen individuos que proceden del desarrollo de embriones seminales originados por un proceso de fecundación; y la propagación asexual o multiplicación vegetativa, a partir de tejidos somáticos procedentes de otra planta (Pina Lorca, 2008). La propagación de plantas cultivadas mediante reproducción sexual es ampliamente utilizada en muchas especies, en la gran mayoría de cultivos hortícolas.

Para propagar plantas mediante semilla es necesario que se forme ésta por fecundación y después maduración. El embrión se diferencia, acumula reservas, y desarrolla controles internos de germinación (Pina Lorca, 2008). La germinación de la semilla requiere tres condiciones: el embrión debe estar vivo, la semilla no debe estar en letargo y deben darse las condiciones externas adecuadas (Hartmann y Kester, 1998). Esta germinación se puede separar en tres fases: 1– activación de la semilla por absorción de agua; 2–digestión y traslocación de grasas, proteínas y carbohidratos a sustancias más simples (azúcares, ácidos grasos, aminoácidos...); y 3– crecimiento de la plántula como consecuencia de la división celular y posterior expansión de estructuras tales como tallo, hojas y raíz (Hartmann y Kester, 1998).

Las condiciones externas necesarias para la germinación se pueden clasificar como factores edáficos (profundidad y posición de la semilla o resistencia del suelo); factores biológicos como plagas y enfermedades (en semilla o en el suelo) y alelopatías; y factores ambientales, que son los que más condicionan la germinación (Pina Lorca, 2008). Entre los factores ambientales se puede destacar:

- **Temperatura**: el factor externo que más influye en la germinación y posterior crecimiento, influyendo en la tasa y en el porcentaje de germinación (Hartmann y Kester, 1998). En general se definen tres puntos de temperatura: mínimas y máximas, a partir de las cuales la germinación no es efectiva, y óptima, rango en el cual el porcentaje de germinación es máximo.
- **Humedad**: es un factor determinante, ya que la semilla precisa que el contenido de humedad sea superior al 40-60% del peso fresco para poder germinar (Hartmann y Kester, 1998).
- **Oxígeno**: Es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación. Esta disponibilidad puede estar limitada por las condiciones del medio o las restricciones de la cubierta de la semilla.

- **Luz:** La luz afecta a la germinación de las semillas de muchas especies. Ciertas especies tienen necesidades de luz, otras veces estimula la germinación, y en otras especies la luz inhibe la germinación, por lo que su manejo es determinante dependiendo de la especie a germinar.

### **1.6.1.- EL VIVERO HORTÍCOLA O SEMILLERO**

El vivero hortícola se define como el conjunto de instalaciones que tiene como propósito la producción de plantas hortícolas mediante reproducción sexual. El plantel o plantas de semillero son individuos agrícolas, normalmente procedentes de semillas, que han alcanzado solamente una primera fase de su desarrollo y que se destinan al trasplante (Pina Lorca, 2008).

En la mayoría de cultivos hortícolas se producen plántulas en semilleros, que pueden ser desde los más simples en suelo natural y sin control ambiental, hasta lo más sofisticado. Las razones para producir planta en semillero son: posibilidad de cultivar durante un corto periodo gran cantidad de plantas; se puede realizar un cultivo esmerado en las plantas durante las primeras fases de desarrollo, que son las más delicadas; se pueden mantener condiciones edafológicas, ambientales y fitosanitarias más controladas que en el exterior; y se pueden seleccionar las plantas por su sanidad, características, etc., consiguiendo mayor homogeneidad y evitando fallos de nascencia en campo (Pina Lorca, 2008).

Existen muchos tipos de semillero. Los más simples se hacen en el suelo levantando camas para asegurar un buen drenaje, y las plántulas se trasplantan a raíz desnuda. En algunos casos se les ponen tablas laterales para conservar la forma de la cama y proporcionar apoyo para cubiertas de vidrio o mallas de sombreo (Hartmann y Kester, 1998). Por otro lado pueden ser bandejas de alvéolos, donde se cultiva en sustrato y generalmente en invernadero, donde es más fácil controlar las condiciones ambientales, mientras que el trasplante se realiza con cepellón.

A continuación se describen las técnicas de cultivo más importantes del semillero hortícola:

- ▶ **Incubación o pre-germinación:** Práctica común en instalaciones modernas, que consiste en colocar las bandejas con las semillas en cámaras con temperatura y humedad controlada, con el fin de romper letargos y mejorar la germinación (Pina Lorca, 2008).
- ▶ **Desinfección:** Durante las primeras fases de la nascencia las semillas son especialmente sensibles a los ataques de patógenos, por lo que es conveniente desinfectar las semillas, los utensilios y el sustrato (Pina Lorca, 2008).



- ▶ **Siembra:** Se puede realizar de diferentes maneras dependiendo del tipo de semillero. En semilleros en suelo, la semilla puede ser repartida a voleo en superficie o plantarse en surcos poco separados. Por razones económicas, las semillas deben plantarse tan juntas como sea posible, pero sin amontonarlas ya que esto puede causar ahogamiento, reducir el vigor y tamaño de las plantas, y desarrollo radicular pequeño; estas plantas no se trasplantan bien (Hartmann y Kester, 1998). Si se trata de bandejas de alvéolos, en general se trasplanta a golpes regulares, colocando las semillas en cada alvéolo.
- ▶ **Trasplante:** Una vez las plántulas han alcanzado un desarrollo y crecimiento suficiente, se trasplantan a terreno definitivo. Las plántulas pueden trasplantarse a raíz desnuda o con cepellón, dependiendo del contenedor de cultivo. A raíz desnuda siempre hay *daño de raíces* y *choque de trasplante*, que frenan el crecimiento, mientras que el uso de cepellón reduce el choque de trasplante. Antes de trasplantar es conveniente “endurecer” las plántulas; esto implica reducir el crecimiento por lo que la planta acumula más carbohidratos y le hace más capaz de resistir condiciones ambientales adversas. Antes de trasplantar las plántulas deben ser regadas en abundancia, así como justo después. Además, de ser posible, los primeros días es conveniente proporcionar una sombra a las plantas (Hartmann y Kester, 1998).
- ▶ **Riego:** Las plántulas en semillero necesitan un suministro continuo de agua, aunque en cantidades extremadamente variable dependiendo de la especie cultivada, tamaño, condiciones ambientales, sustrato, etc. Durante el riego es importante calcular la dosis, que debe ser equivalente a un 50-75% del agua útil y fácilmente asimilable por el sustrato; y la frecuencia de riego, que se calcula conociendo el consumo de la planta y la evapotranspiración, aunque en cultivo en semillero con frecuencia se emplean criterios empíricos (Pina Lorca, 2008). Este riego se puede hacer de diferentes tipos, pero en general se emplean riegos localizados (líneas de goteros), por aspersion, o subirrigación<sup>15</sup> en plantas cultivadas en contenedores.
- ▶ **Abonado:** Las plantas para completar su metabolismo necesitan una serie de elementos químicos esenciales que deben ser aportados en la cantidad y proporción adecuadas, y en estado asimilable. Generalmente los sustratos, incluso las turbas, en su estado virgen presentan un contenido de nutrientes disponibles casi insignificantes por lo que los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo de plántulas han de ser aportados como fertilizantes (Alarcón y Egea, 1999). Pero las plántulas durante su cultivo en semillero no necesitan precisamente mucha cantidad de abonado. De hecho, en el cultivo

<sup>15</sup> Subirrigación: las plantas cultivadas en contenedor se colocan sobre canalones o grandes bandejas, que se inundan de forma continua para que el sustrato absorba el agua (Pina Lorca, 2008).

del tomate la absorción de los elementos nutritivos es muy escasa durante los dos primeros meses de cultivo (Castilla, 1995), y en lechuga el 80% de los elementos nutritivos son absorbidos durante el último mes de cultivo (Domínguez Vivancos, 1989). En general los semilleros se riegan con soluciones nutritivas diseñadas para las necesidades concretas de la especie, el estado fenológico en cada momento, tipo de sustrato y contenedor, etc. (Pina Lorca, 2008). Aunque las necesidades son variables, existen soluciones de partida o referencia calculadas para ciertos cultivos (Tabla 1) que conviene ir ajustando según la respuesta del cultivo (Alarcón y Egea, 1999). Este abonado se realiza generalmente mediante fertirrigación, que consiste en aplicar simultáneamente agua y fertilizantes, normalmente de manera localizada y con elevada frecuencia. Para ello son necesarias instalaciones específicas, y un control exhaustivo del estado nutritivo de las plantas.

**Tabla 1:** Soluciones nutritivas de referencia para plántulas de lechuga y tomate producidas en semillero (Alarcón y Egea, 1999).

CULTIVO	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
<b>Lechuga</b>	10	0,5	1	4	3,5	1	1
<b>Tomate</b>	8	0	1,5	5	4	1,5	1,5

\*Los nutrientes se están expresados en mM (milimoles/L). Conviene completar la solución con un complejo de micronutrientes.

### **1.6.2.- SUSTRATOS PARA EL VIVERO HORTÍCOLA**

Un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedor, entendiendo como contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se halle a presión atmosférica (Burés, 1998). Desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato es producir una plántula de calidad en el más corto periodo de tiempo con los más bajos costes de producción (Abad *et al*, 1996).

En realidad el sustrato ideal no existe, ya que en cada caso variará de acuerdo con factores tales como especie vegetal, condiciones climáticas, tamaño del contenedor, programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. (Abad *et al*, 1999). Sin embargo, se conocen las características ideales para obtener buenos resultados durante la germinación de semillas, el enraizamiento y el crecimiento de las plántulas. Estas son las características requeridas a un sustrato para su uso en semillero (Abad *et al*, 1999), marcando con asterisco (\*) las más limitantes:

- **Propiedades físicas:** elevada capacidad de retención de agua disponible\*, suficiente capacidad de aireación\*, textura fina, baja densidad aparente,

elevada porosidad total, fácil de humectar y estructura estable que impida la contracción o expansión del sustrato.

- Propiedades químicas: pH ligeramente ácido\*, salinidad reducida\*, CIC moderada a elevada, contenido en materia orgánica elevado, suficiente nivel de nutrientes asimilables y mínima velocidad de descomposición.
- Otras propiedades: libre de semillas de hierbas adventicias, nematodos, otros patógenos y sustancias fitotóxicas\*, reproducibilidad y disponibilidad, bajo coste, fácil de preparar y manejar, y resistencia a cambios ambientales.

Existen muchos materiales que pueden ser utilizados como sustratos o en la formulación de los mismos para su uso en la producción de plántulas en semillero. La elección de un material viene determinada usualmente por (Abad *et al*, 1999): su suministro y homogeneidad, el coste, sus propiedades, la experiencia local en su utilización, y su impacto ambiental. Cabe destacar que, a la hora de valorar la calidad y elegir un sustrato, las propiedades físicas son más importantes que las químicas debido a la imposibilidad de modificar la estructura física de un medio de cultivo en contenedor; mientras que el nivel nutricional se puede mejorar (Ansorena, 1994). Para obtener mezclas de sustratos no existe un método, por lo que generalmente las mezclas se obtienen por “ensayo y error”; es decir, se parte de una serie de materiales conocidos, se mezclan en distintas proporciones y se analizan los resultados ofrecidos por cada uno de ellos (Burés, 1998).

En cuanto a materiales concretos, los sistemas de producción de plántula hortícola en semilleros están basados en el uso de turbas *Sphagnum*<sup>16</sup> como sustrato, enriquecidas mediante abonado de fondo (Abad *et al*, 1999). Pero se viene mostrando un interés creciente por otros materiales alternativos, especialmente residuos y subproductos orgánicos más “ecológicos” y de menor coste. A continuación se presentan algunos de los materiales más utilizados para sustratos en semilleros hortícolas:

- Turbas *Sphagnum*: Es el material por excelencia en la composición de sustratos hortícolas. Las turbas son fundamentalmente vegetales fosilizados, descompuestos de modo incompleto a causa del exceso de agua y falta de oxígeno (Abad *et al*, 1999). Existen diferentes tipos de turba, dependiendo del origen botánico de los vegetales y las condiciones climáticas durante su formación. Aunque las características de las turbas son muy variables dependiendo de varios factores, se pueden generalizar las propiedades (Abad *et al*, 1999): estructura mullida, baja densidad aparente, porosidad total

<sup>16</sup> Las turbas *Sphagnum* son las que tienen su origen vegetal en los musgos del género *Sphagnum*.

elevada, alta capacidad de retención de agua, pH ácido, salinidad reducida, elevada CIC, alto contenido en materia orgánica y bajo nivel de nutrientes asimilables. Hoy en día constituye un material aceptado internacionalmente para el cultivo hortícola y en semillero debido a la gran uniformidad que facilita el manejo, las particulares características físicas y químicas (Tabla 2), y el hecho de estar exenta de patógenos y semillas de hierbas adventicias (Burés, 1997).

- ▶ Estiércol: El estiércol es la fracción sólida de los excrementos del ganado, mezclados con la cama, generalmente estabilizado mediante el compostaje. Su calidad y características dependen del tipo de ganado, de su edad y alimentación, además del proceso de fermentación que sufre el propio estiércol. En general se utiliza como enmienda orgánica en la composición del sustrato, y deben mezclarse en pequeñas dosis debido al exceso de N, P, K, Mg, Ca y Cl, y conductividad eléctrica elevada (Burés, 1997).
- ▶ Otros materiales orgánicos: El elevado coste económico de la turba y su poca disponibilidad han llevado al uso de otros materiales orgánicos alternativos, con disponibilidad local y menor coste (Abad *et al*, 1999). Entre otros, se emplean corteza de pino, residuos de corcho, cascarilla de arroz, restos de poda, lodos de depuración de aguas residuales urbanas, fibra de coco, etc. Cabe destacar la fibra de coco, cuyo uso se está extendiendo por sus aceptables propiedades (Abad *et al*, 1996): posee buena capacidad de aireación, menor capacidad de retención de agua, pH óptimo para el cultivo, y contenidos en K y P elevados. También existen otros materiales orgánicos de síntesis, los polímeros no biodegradables, que también pueden ser usados como sustratos, pero están dirigidos a la producción hidropónica.
- ▶ Materiales inorgánicos: Son los obtenidos a partir de rocas y minerales, que son transformados mediante métodos físicos y químicos para obtener unas propiedades más deseables (Burés, 1997). Entre estos materiales destacan la perlita expandida y la vermiculita exfoliada, entre otros. Estos materiales son muy utilizados en hidroponía, y también para la producción de plántulas dirigidas a ese tipo de producción. Además se utilizan como componentes de sustratos a base de turba, a fin de conseguir mejores propiedades de aireación y retención de agua.
  - *Perlita expandida* (Tabla 2): es una roca volcánica vítrea formada por enfriamiento rápido. Es manipulado industrialmente, donde por efecto de las altas temperaturas el agua que contiene se evapora y la perlita se expande. Esto le permite retener agua en superficie e interior, y ofrecer una buena aireación al sustrato; además no contiene microorganismos, siendo completamente estéril por su proceso de obtención (Burés, 1997).

- *Vermiculita exfoliada* (Tabla 2): es un mineral que se compone de silicato hidratado de magnesio. Tiene una estructura trilaminar, que al calentar el material de un modo rápido se expande en dirección perpendicular a las laminas. Esto permite que la vermiculita tenga gran capacidad de retener agua en los espacios interlaminares y entre las partículas individuales. Es un material muy ligero y adsorbe gran cantidad de nutrientes. (Burés, 1997).

**Tabla 2:** Propiedades físicas y químicas de la turba rubia, perlita expandida y vermiculita exfoliada.

PROPIEDAD	TURBA RUBIA	PERLITA	VERMICULITA
MO: Materia Orgánica (% en peso)	87,2	0	0
DA: Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	0,077	0,12	0,13
DR: Densidad Relativa (gr/cm <sup>3</sup> )	1,35	2,65	2,65
Relación C/N	49	--	--
Porosidad total (%)	92	96,4	95,4
CIC: (meq/L)	115	6	27
pH – H <sub>2</sub> O (1:2,5vol)	6,1	9,2	8,9
CE: Conductividad Eléctrica	326 µS/cm	0,01 dS/m	0,02 dS/m
N (mg/L)	NH <sub>4</sub> : 26 NO <sub>3</sub> : 85	2	4
PO <sub>4</sub> (mg/L)	18	3	3
K (mg/L)	124	4	31
Ca (mg/L)	173	190	175
Mg (mg/L)	30	7	390

Fuente: Ansorena (1994), Burés (1997) y Pastor (1999).

---

## **II. OBJETIVO**

### **2.1.- OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal del presente trabajo de cooperación al desarrollo fue el estudio de las posibilidades existentes para la creación de un vivero hortícola para el autoabastecimiento de huertas en comunidades infantiles vulnerables, en aldeas rurales de la región de Bushbuckridge (Mpumalanga, Sudáfrica).

### **2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para la consecución de este objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- ▶ Ensayar distintos sustratos para la producción de plántula hortícola en semillero, con el fin de elegir los más adecuados para la creación del vivero hortícola en Bushbuckridge.
- ▶ Ensayar distintos contenedores para la producción de plántula hortícola en semillero, con el fin de elegir el más adecuado para la creación del vivero hortícola en Bushbuckridge.
- ▶ Creación de un vivero hortícola, en alguna de las huertas de la zona, para el autoabastecimiento y posible venta de plántula hortícola de calidad.

---

## **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**



### **3.1.- LOCALIZACIÓN**

#### **3.1.1.- LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO**

El ensayo de semilleros fue llevado a cabo en la misión de *Waterval*, que se encuentra en la localidad de Marite, región de Bushbuckridge<sup>17</sup> (Mpumalanga, República de Sudáfrica). Las coordenadas del lugar de ensayo son: 24°54'27"S, 31°6'48"E, situándose a una altitud de 530 metros sobre el nivel del mar.

La zona de ensayo se habilitó en la propia huerta de la misión, aprovechando las zonas sin cultivar que existían. La huerta tiene una extensión aproximada de 2.000m<sup>2</sup> (50 x 40 metros), y una orientación SO con una pendiente aproximada del 1%, que es salvada gracias a la existencia de terrazas acondicionadas para el cultivo. En ella los misioneros cultivan diferentes hortalizas (tomate, lechuga, col, puerro, cebolla, diversas cucurbitáceas, patata, apio, acelga, oca, leguminosas locales, etc.) y árboles frutales (plátano, papaya, mango o lichis). Todo el cultivo que se realiza en la huerta es para autoconsumo, utilizando técnicas sencillas y sin emplear maquinaria pesada.

Para la realización del ensayo se emplearon dos zonas distintas. Por un lado una zona protegida del viento con un seto vegetal, donde se desarrolló el semillero con bandejas de alvéolos (Fig. 3). Para ello se acondicionó una superficie de 10 m<sup>2</sup> aproximadamente. Por otro lado, se utilizó una terraza de la huerta para el semillero en cajoneras (Fig. 4).



**Fig. 3:** Zona de ensayo para el semillero con bandejas de alvéolos en la huerta de *Waterval Mision*, con seto vegetal cortavientos.

<sup>17</sup> Ver apartado de Localización y Uso del Suelo, en Introducción (Pág. 14).



**Fig. 4:** Zona de ensayo para el semillero en cajoneras en la huerta de *Waterval Misión*; terraza para salvar la pendiente.

#### **3.1.2.- LOCALIZACIÓN DE LAS HUERTAS**

Una vez realizado el ensayo de semilleros, se trabajó en la creación de un vivero hortícola en las propias huertas de las comunidades de *Cork*, *Mabarhule* y *Justicia*, pertenecientes a la región de Bushbuckridge ( $24^{\circ}54'12''S$ ,  $31^{\circ}23'44''$ ). Éstas se localizan a unos 25-30 kilómetros al este de la zona de ensayo, a una altitud aproximada de entre 400 y 440 metros. Las comunidades están en la propia sabana sudafricana, justo al borde del Parque Nacional Kruger, con acceso dificultado por el mal estado de las carreteras y a 20 km del núcleo urbano más cercano.

A continuación se describen las huertas en las que se trabajó para el desarrollo del vivero hortícola.

- **CENTROS DE HUÉRFANOS**

Los misioneros Combonianos presentes en la región de Bushbuckridge crearon en el año 2005 tres proyectos de apoyo a niños huérfanos y vulnerables en las comunidades de *Cork*, *Mabarhule* y *Justicia*, debido a la alta incidencia del SIDA<sup>18</sup> y la orfandad<sup>19</sup> en la zona. Son “centros de día” o grupos de apoyo para niños huérfanos o

<sup>18</sup> En Sudáfrica viven 5,7 millones de personas infectadas del SIDA (Avert, 2009). En la región de Bushbuckridge son 145.000 personas, el 29% de la población total (DPLG, 2006).

<sup>19</sup> Solamente en Sudáfrica hay 1,4 millones de niños huérfanos a causa del SIDA (Avert, 2009).

vulnerables a causa de las enfermedades paternas (SIDA y tuberculosis) o la pobreza. Estos “orfanatos” de día funcionan gracias a la ayuda de voluntarias de la propia comunidad y los misioneros Combonianos, que asisten a un total de 200 niños aproximadamente. Destacar que casi la totalidad de las voluntarias son mujeres de la comunidad que no tienen trabajo y colaboran de manera desinteresada por mejorar la situación de los niños. Los objetivos generales de los centros de huérfanos son:

- Mantener un estatus alimentario sano para los niños.
- Dar apoyo emocional y crear una motivación por parte de los niños.
- Establecer un centro para el cuidado de los niños y el funcionamiento del proyecto.
- Sensibilizar e informar la comunidad sobre el SIDA y la orfandad.
- Colaborar en la erradicación de la pobreza, el crimen y los niños que viven en la calle de la comunidad.

Cada uno de los proyectos puestos en marcha cuenta con unas mínimas instalaciones para el desarrollo de sus actividades, que se recogen en la tabla 3.

**Tabla 3:** Instalaciones y número de miembros en los centros de huérfanos, a fecha de 2009.

COMUNIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	Nº DE NIÑOS	Nº DE VOLUNTARIOS	INSTALACIONES
Cork	<b>Enhleleto Support Group</b>	56	8	Terreno vallado, pequeña cocina, comedor, luz eléctrica, barracón de obras como almacén, tanque para almacenar agua.
Mabarhule <sup>20</sup>	<b>Tiyimiseleni Home Based Care</b>	86	11	Terreno vallado, caseta como almacén, pozo con bomba para extraer agua, luz eléctrica, tanque para almacenar agua.
Justicia	<b>Justicia Orphanage Centre</b>	65	9	Terreno vallado, comedor-almacén.

La actividad más importante que desarrollan es la alimentación de los niños; las voluntarias preparan todos los días la comida para que los niños coman después de salir de la escuela. Esto es de vital importancia, ya que para muchos de los niños es lo único que comen durante todo el día, y sufren de un estado nutricional muy pobre.

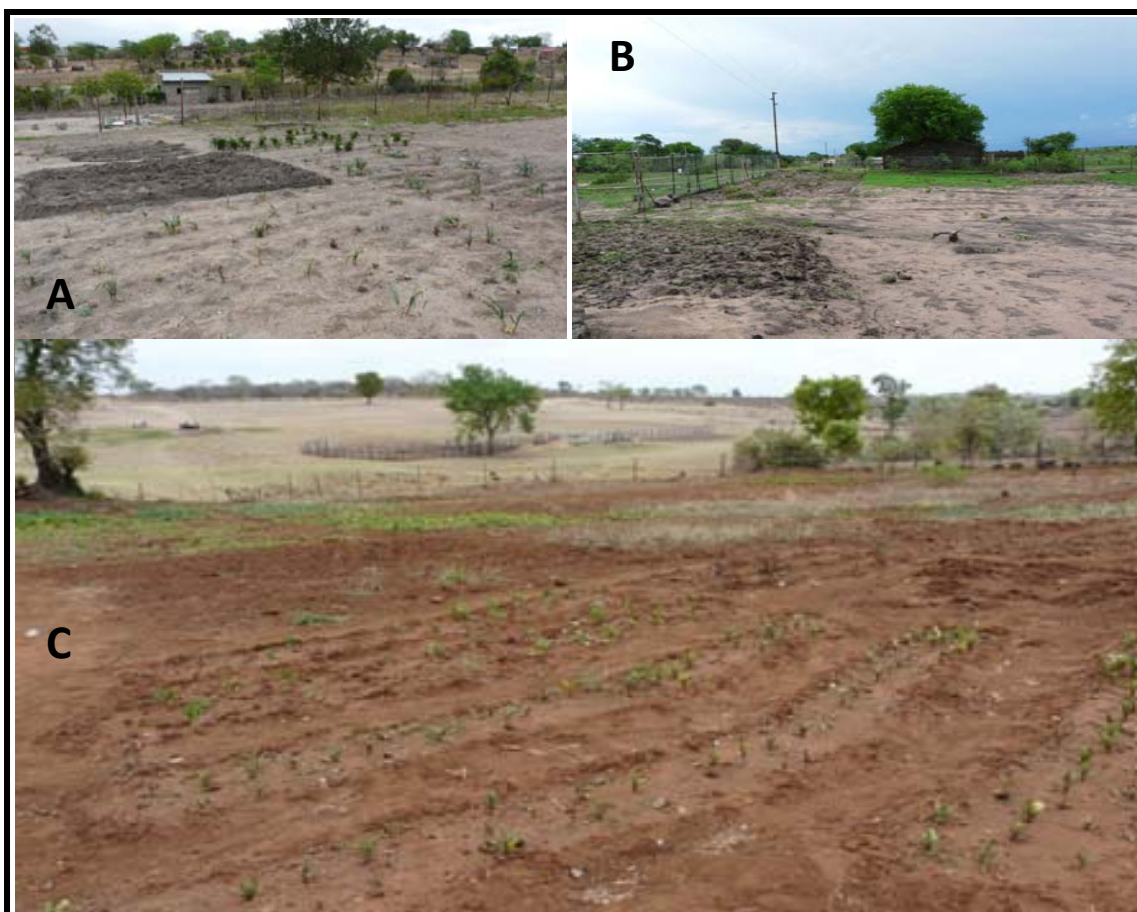
<sup>20</sup> En el proyecto de Mabarhule cocinan y comen los niños en casa de una voluntaria. En Justicia también cocinan en casa de una voluntaria.

Además de la comida, otra atención es la educación y apoyo moral de los niños. Esta labor se integra en la vida cotidiana diaria, y todos los días después de comer los voluntarios preparan juegos y demás actividades para el disfrute y educación de los menores, siempre intentando mantener la cultura *Shangan*<sup>21</sup> local. Además, apoyan en las tareas escolares diarias de los niños, así como garantizar que todos dispongan de material escolar.

El sustento económico de los centros y las actividades se da gracias al apoyo de los misioneros Combonianos y la donación de dinero por parte de particulares.

#### ► Huertas

Cada proyecto cuenta con un terreno vallado para el desarrollo de una huerta para autoconsumo. La huerta de Cork cuenta con 1,5 hectáreas de superficie, mientras que las de Justicia y Mabarihule son de aproximadamente 1 hectárea (Fig. 5). Estas dos últimas se sitúan en terrenos extremadamente arenosos con suelos pobres.



**Fig. 5:** Vista general de las huertas de Justicia (A), Mabarihule (B) y Cork (C), en el mes de septiembre, antes de las lluvias.

<sup>21</sup> La cultura Shangan es la más importante en la zona, a la cual pertenecen la mayoría de niños. El idioma que hablan es el *Tsonga*.



Las voluntarias, con la ayuda de los niños, trabajan la huerta durante los meses de lluvias (octubre-febrero) para producir hortalizas que después son empleadas en la alimentación de los niños. Además de conseguir alimentos sanos, los niños aprenden a trabajar la tierra para el cultivo, mejorando su autosuficiencia; y si obtienen grandes cosechas, cosa poco común, venden las hortalizas para poder comprar otros alimentos que no pueden producir.

La variedad de especies cultivadas es muy pequeña en general, y se repiten los mismos 10-12 cultivos en las tres huertas. Sobre todo cultivan: cacahuete (*Arachis hypogaea*), maíz (*Zea mays*), acelga (*Beta vulgaris* ssp. *Cicla*), remolacha (*Beta vulgaris* spp. *Vulgaris*), cebolla (*Allium cepa*), col (*Brassica oleracea*) y distintas cucurbitáceas locales. En menor medida también cultivan tomate (*Lycopersicon esculentum*), pimiento (*Capsicum annum*), lechuga (*Lactuca sativa*), oca (*Abelmoschus esculentus*), “coupi” (*Vigna unguiculata*) y boniato (*Ipomea batatas*). En general las cosechas suelen ser muy escasas debido a la dependencia de las precipitaciones, y en ocasiones la falta de motivación para cultivar la huerta.

Los mayores problemas que se presentan en las huertas son: la falta de agua, difícil disponibilidad de plántula hortícola, y suelos muy pobre. La huerta de Mabarihule dispone de un pozo para la obtención de agua y un tanque para almacenarlo, por lo que normalmente<sup>22</sup> disponen de suficiente agua. Las de Cork y Justicia riegan desde unas fuentes cercanas, pero éstas se abren pocas horas a la semana, por lo que prácticamente dependen de las precipitaciones. El material vegetal lo obtienen guardando las semillas de cosechas anteriores, cambiándolas con otros vecinos o comprando sobres de semilla, pero la plántula hortícola era algo casi desconocido para ellos; en la región no existe ningún vivero que venda planta.

### **3.2.- MATERIALES**

Para la realización del ensayo se emplearon materiales que pueden disponer en las comunidades o que son de fácil adquisición en tiendas locales a un precio razonable. Siempre se intentó emplear materiales que además de ser utilizados en las propias huertas, podían integrarse con facilidad en su sistema de producción agrícola.

---

<sup>22</sup> Durante la realización del trabajo hubo problemas con la bomba de agua, por lo que hubo días que no se pudo sacar agua. Según las voluntarias, ocurría a menudo, por lo que sería un problema a solucionar.

### 3.2.1.- MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron tres especies hortícolas de distintas familias, para observar la respuesta que puedan tener diferentes cultivos a los factores ensayados.

Se compraron semillas tipo estándar en establecimientos locales, las cuales están a fácil disposición y son muy utilizadas en la agricultura de la zona (Tabla 4). Se eligieron dos especies hortícolas comunes, el tomate (*Lycopersicum esculentum*) de la familia de las solanáceas y la lechuga (*Lactuca sativa*) de las compuestas o asteráceas. También se empleó una especie local más adaptada a las condiciones edafológicas y climáticas de la zona. Se trata de la oca (*Abelmoschus esculentus*), una especie hortícola de la familia de las malváceas, que es muy cultivada y consumida en la zona (Fig. 6).

**Tabla 4:** Especies y variedades utilizadas en el ensayo.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	VARIEDAD	MARCA COMERCIAL
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Asteráceas	“Great Lakes”	Starke Ayres
Oca (o Gombo)	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malváceas	“Clemson Spineless”	May Ford
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	Solanáceas	“Hienze 1370”	Grovida

La variedad de lechuga utilizada fue “Great Lakes” ya que es apropiada para épocas cálidas y es muy rústica, aunque en nuestras latitudes no es muy cultivada porque el tamaño es mediano, no forma bien el cogollo y se revienta fácil. Tiene la hoja de color verde brillante, no abullonada, con borde muy rizado y cogollos medianos (Gómez, 2000).

La oca, o también conocida como *gombo*, es un cultivo originario del África tropical y muy arraigado en la cultura local de Sudáfrica. Se empleó la variedad “Clemson Spineless”, que es la variedad más cultivada en todo el mundo, junto con “Clemson 80” (Shujat *et al*, 2006). Se trata de una variedad que desarrolla plantas de 1-1,2 metros de altura, con una producción elevada de frutos de color verde oscuro y sin espinas (Fig. 6B).

La variedad de tomate empleada fue “Hienze 1370” (o “Heintz 1370”), una de las que se usa habitualmente en los huertos locales. Se trata de una variedad de vegetación abundante; la producción es tardía con frutos pequeños o medios sin cuello verde, a menudo sin coloración y resistentes al agrietamiento (Rodríguez *et al*, 1989).



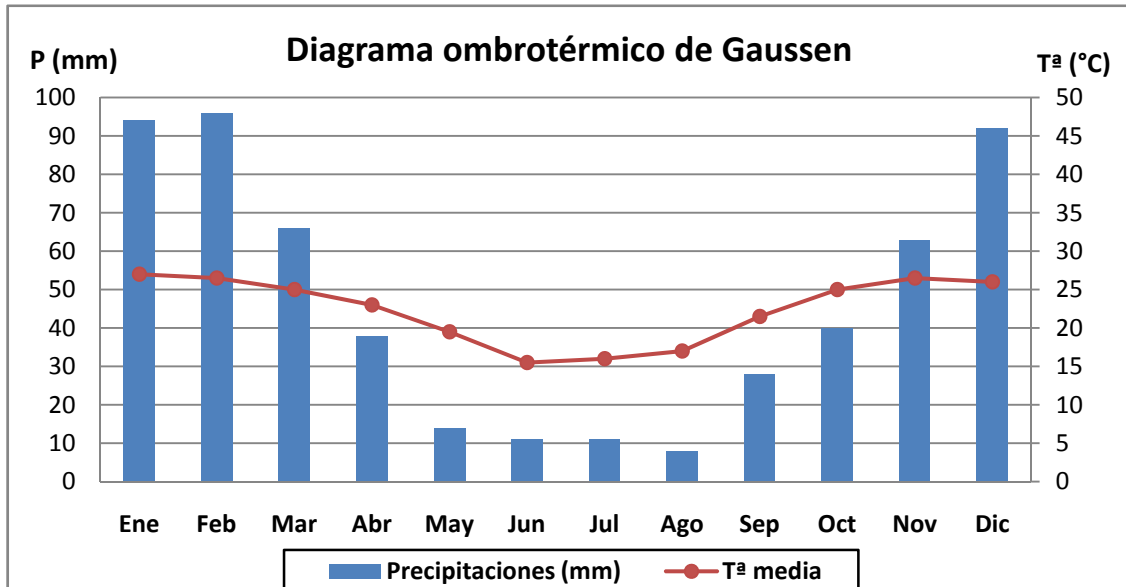
**Figura 6:** Planta de oca (A) y detalle de flor y fruto (B).

### **3.2.2.- CLIMA**

El análisis de la climatología del lugar se obtuvo a partir de la serie de datos climatológicos de los años 1961-1990<sup>23</sup>, procedentes de la estación climatológica de Skukuza (situada a 24° 59' S; 31° 36' E). Aunque no sean datos actuales, debido a la imposibilidad de conseguirlos, con una serie de 30 años consecutivos se pueden obtener distribuciones de frecuencias estables como para estudiar y evaluar el clima (Castellví y Elías, 1996). Esta es la estación más cercana, y presenta una climatología muy similar a la del lugar donde se realizó el trabajo.

En general se trata de un clima con precipitaciones moderadas (500-700 mm) concentradas sobre todo en verano (octubre-febrero), temperaturas cálidas e insolación alta (Kruger *et al*, 2002). La variación de las precipitaciones medias mensuales y temperaturas medias se presenta en la figura 7.

<sup>23</sup> Datos obtenidos desde South African Weather Service.

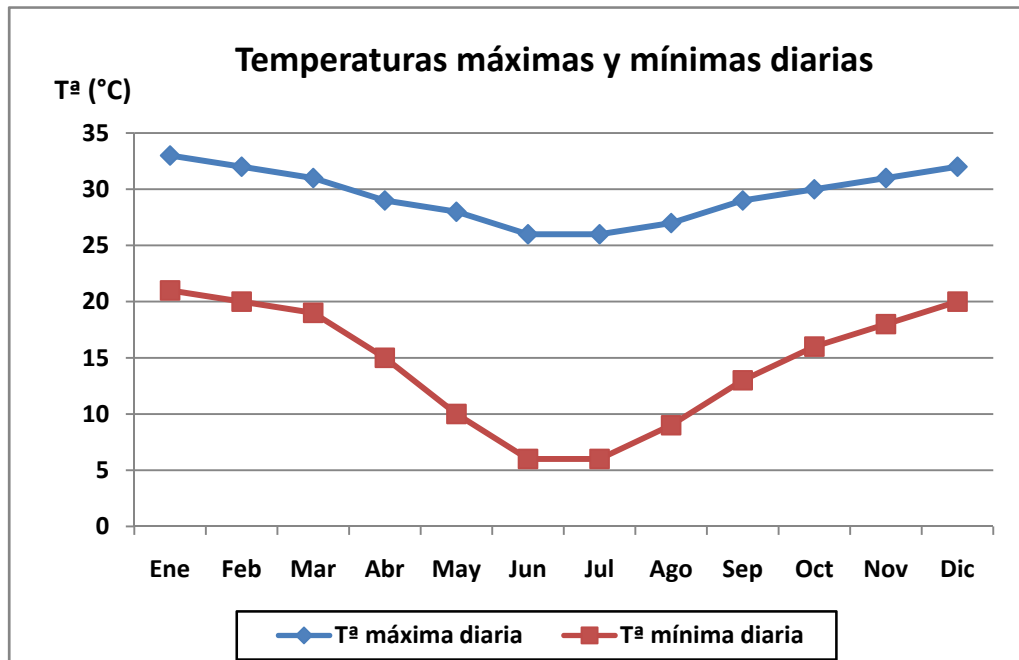


**Fig. 7:** Diagrama ombrotérmico de Gausson para datos climáticos de Skukuza (1961-1990). En abscisas meses del año, en ordenadas temperatura media mensual (columnas) y precipitación media mensual (línea de puntos).

Se observa que durante los meses del ensayo (noviembre, diciembre y enero) son las épocas con mayores precipitaciones (estación húmeda), mientras que desde abril hasta octubre es la época seca, según clasificación bioclimática de UNESCO-FAO. En cuanto a la tipología de las precipitaciones durante la época de lluvias, son breves, muy intensas y con grandes aportaciones de agua; la eficacia de las precipitaciones se reduce considerablemente puesto que hay pérdidas por escorrentía superficial.

Para el ensayo de semilleros es interesante estudiar las temperaturas mínimas y máximas diarias, ya que estas afectan tanto la germinación como el posterior crecimiento de las plántulas. Durante noviembre, diciembre y enero, las temperaturas medias máximas diarias son superiores a 30°C, mientras que la media de las mínimas oscila los 20°C (Fig. 8). Son en general temperaturas muy altas, ya que las mínimas diarias apenas bajan de los 20°C, y la variación entre la máxima y mínima diaria es relativamente baja.





**Fig. 8:** Variación mensual de las temperaturas máximas y mínimas diarias, a partir de la serie de datos climáticos de Skukuza (1961-1990).

En general, la clasificación climática de Thornthwaite (1948) establece que el clima de la zona es seca-subhúmeda, megatérmica, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración térmica (Alcasena, 2008). Sin embargo, otras clasificaciones como el factor de pluviosidad de Lang (1915) o el índice termopluiométrico de Dantín-Revenga (1940) indican que se trata de una zona árida (Castellví y Elías, 1996).

### **3.2.3.- SEMILLEROS**

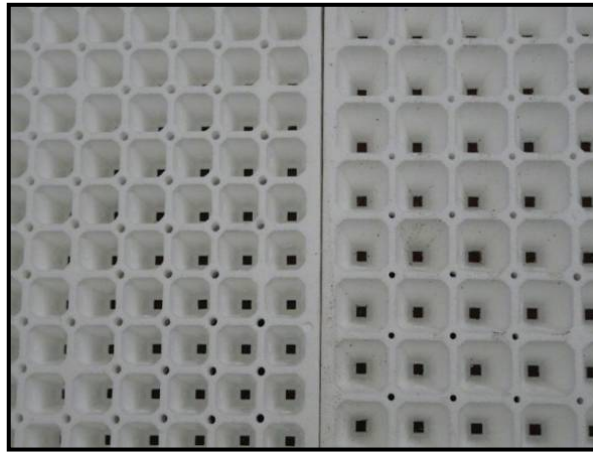
Para el ensayo de semilleros se emplearon dos tipos de contenedores, bandejas de alvéolos y cajoneras en el suelo para el posterior trasplante a raíz desnuda.

#### **► Bandejas**

Se emplearon bandejas de alvéolos comúnmente utilizadas en los viveros comerciales, y que pueden obtenerse en ciudades cercanas de la zona. Se trata de bandejas de poliestireno y se utilizaron de dos tamaños diferentes según la especie (Tabla 5 y Fig. 9). Para el ensayo con lechuga y tomate se utilizaron bandejas de alvéolos pequeños, y para la oca de alvéolos grandes.

**Tabla 5:** Características y dimensiones de las bandejas de alvéolos.

BANDEJA	ALVÉOLO PEQUEÑO	ALVÉOLO GRANDE
Forma alvéolo	Tronco piramidal	Tronco piramidal
Volumen alvéolo	8,96 cm <sup>3</sup>	12,31 cm <sup>3</sup>
Altura alvéolo	60 mm	60 mm
Anchura parte alta	24 x 24 mm	36 x 36 mm
Anchura parte baja	12 x 12 mm	14 x 14 mm
Nº alvéolos / bandeja	10 x 20 = 200	8 x 16 = 128
Densidad del poliestireno	24 gr/cm <sup>3</sup>	24 gr/cm <sup>3</sup>



**Fig. 9:** Comparación de tamaños de alvéolos. Izquierda alvéolos pequeños, derecha grandes.

#### ► Cajoneras

Para realizar el ensayo se construyeron unas cajoneras en el suelo, utilizando materiales que se puedan conseguir fácilmente y que se adapten a las condiciones y recursos que tienen en las huertas.

Se emplearon tablones de madera de pino de 25mm de grosor y 200mm de anchura, lo cual nos permitía obtener cajoneras suficientemente fuertes y con una altura suficiente para el desarrollo radicular de las plántulas en vivero. Así, se construyeron 16 cajoneras cuadradas de 50cm de lado y una altura de 20cm, con un volumen total de 50 dm<sup>3</sup> (Fig. 10).



**Fig. 10:** Izquierda, construcción de cajoneras sobre el terreno indicado en la figura 2. Derecha, cajoneras rellenas con los diferentes sustratos.

- Malla de sombreo

Debido a la alta insolación de la zona en la época de realización del ensayo y teniendo en cuenta la sensibilidad de las plántulas en el vivero, se consideró imprescindible el uso de un sistema de sombreo.

Para ello se utilizó una malla de sombreo de polietileno de alta densidad de color negro, con una cobertura de sombreo al 80%. Se trata de una malla con poca porosidad (20%), pero adecuada para los niveles altos de insolación que se recogen en la zona.

Para la instalación de la malla se montaron estructuras simples con troncos y ramas de árboles tanto para el sombreo de las bandejas como de las cajoneras. Sobre las cajoneras se colocaron unos arcos de madera donde se apoyaba la malla y se sujetó con unas piedras para que el viento no la levantara (Fig. 11). Para las bandejas se anclaron cuatro postes sobre los cuales se apoyó la malla con la ayuda de otros dos troncos, a una altura aproximada de 40-50cm (Fig. 12). En ambos casos, la malla era retirada los días con menor insolación, por la noche o para regar y tomar datos. Esta malla también fue utilizada durante los días de precipitaciones muy fuertes o intensas, para evitar daños físicos en las plantas.



**Fig. 11:** Izq., estructura para malla de sombreo construida con ramas. Dcha., malla de sombreo colocada sobre los semilleros tipo cajoneras.



**Fig. 12:** Estructura de troncos y ramas con malla de sombreo para semilleros tipo bandejas.

- Malla anti-hierbas

En el acondicionamiento de la zona de ensayo para las bandejas de alveolos, fue necesario el uso de una malla anti-hierbas debajo de ellas. Debido a la época del ensayo (verano con fuertes precipitaciones), la nascencia de hierbas adventicias es elevada. Este hecho perjudicaba al ensayo, ya que las bandejas se encontraban en el suelo. Por ello, y debido a la imposibilidad de conseguir un geotextil más adecuado para tal efecto, se empleó la misma malla negra que se utilizó para el sombreo (Fig. 12). Esta malla no está indicada especialmente para tal efecto, pero consiguió controlar prácticamente la totalidad de las hierbas adventicias.



### 3.2.4.- SUSTRATOS

El ensayo de sustratos se realizó con diferentes mezclas de tres sustratos disponibles en la zona: sustrato comercial, tierra de la huerta local y estiércol. En la práctica, casi nunca se utiliza como sustrato un único material; la razón principal radica en la dificultad de encontrar materiales que tengan por sí solos características adecuadas para el cultivo (Burés, 1998). En el caso del presente ensayo, se realizaron ocho mezclas de sustratos para intentar determinar el mejor para su uso en semilleros. A continuación se presenta los tres sustratos empleados para componer las mezclas ensayadas.

► Sustrato comercial:

Se empleó un sustrato comercial preparado específicamente para su uso en semilleros, que se pudo conseguir en una ciudad cercana. Se trata del sustrato utilizado por los viveros profesionales de la zona, según el fabricante (*Hygrotech*). El sustrato estaba compuesto por turba rubia (85%), vermiculita exfoliada (10%) y perlita expandida (5%), lo cual permite unas buenas características para su uso como sustrato en semilleros. Además, estaba abonado y encalado para un mejor rendimiento.

► Tierra de la huerta:

Otro sustrato empleado para el ensayo fue la tierra de la propia huerta que había sido cultivada durante años. Se consideró importante estudiar el comportamiento de esta tierra para el cultivo en semillero, ya que si se obtuvieran buenos resultados, sería el sustrato más fácil y barato de conseguir.

Debido a la imposibilidad técnica para realizar un análisis de este suelo, se han tomado como referencia los análisis de suelo realizados por Alcasena (2008) en la misma zona (Tabla 6). Aunque las muestras de suelo no fueran tomadas en la misma huerta, los datos pertenecen a una muestra de suelo de una huerta cercana y estructuralmente se pueden considerar parecidos.

**Tabla 6:** Propiedades físicas de un suelo de similares características a la de la huerta (Alcasena, 2008).

PROPIEDAD	NIVEL - CANTIDAD
Arena Gruesa (2-0.2 mm)	62,46%
Arena Media (0.2-0.1 mm)	15,09%
Arena Fina (0.1-0.05 mm)	8,55%
Limos gruesos (0.05-0.02)	3,90%
Limos finos (0.02-0.002)	5,93%
Arcillas (<0.002 mm)	4,07%

En la tabla 6 se observa el gran contenido en arena que presenta dicho suelo, hecho que se podía percibir a simple vista en la tierra utilizada para el ensayo. Según el diagrama triangular para determinar la textura (clasificación USDA), el suelo tiene una textura Arenosa. El comportamiento probable de este tipo de suelo es (López Ritas y López Melida, 1985): ligeros, alta permeabilidad, baja capacidad de almacenamiento de nutrientes (C.I.C. muy baja), y baja energía de retención de agua; en general son pobres y de escasa productividad.

► Estiércol de vacuno:

Se empleó estiércol de vacuno obtenido en una granja local y próxima a las huertas de las comunidades, que se encuentra disponible para quien la solicite (Fig. 13). Su calidad y características no se conocen ya que dependen del tipo de ganado, de su edad y alimentación, además del proceso de fermentación que sufre el propio estiércol, siendo susceptible a transformaciones físico-químicas que modifican sus propiedades.

El estiércol de vacuno utilizado en el ensayo estaba muy bien descompuesto, después de haber seguido un proceso de compostaje mezclado con paja, por lo menos durante un año, según el responsable de la granja donde se obtuvo (Fig. 13). Se observaba que tenía una textura muy parecida al sustrato comercial y no desprendía olor desagradable, más bien un olor “a tierra”.



**Figura 13:** Estiércol de vacuno utilizado para la preparación de los sustratos del ensayo.

### 3.2.5.- Abonado y riego

En el presente ensayo, se empleó el fertilizante líquido *Nitrospray plus*, el único abono líquido comercial que se pudo encontrar. Según el fabricante (*Hygrotech*), está indicado para todo tipo de plantas, puede ser usado junto con el riego y tiene una proporción de N:P:K de 7:3:1. Las características del fertilizante se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 7:** Características del fertilizante líquido *Nitrospray plus*, utilizado para el abonado del ensayo de semilleros. (Fuente: *Hygrotech*)

	ELEMENTO	CONCENTRACIÓN
ELEMENTOS	Nitrógeno (N)	220 gr/L
	Fósforo (P)	90 gr/L
	Potasio (K)	30 gr/L
MICROELEMENTOS*	Hierro (Fe)	1005 mg/L
	Cobre (Cu)	510 mg/L
	Zinc (Zn)	510 mg/L
	Manganeso (Mn)	510 mg/L
	Boro (B)	261 mg/L
	Molibdeno (Mo)	8,4 mg/L
REGULADORES DEL CRECIMIENTO	Citoquininas	1 mg/L

\*Todos los microelementos catiónicos contienen EDTA como agente quelante.

En cuanto al agua de riego, se empleó el agua corriente de la propia misión. Por falta de medios, no fue posible analizar el agua ni conocer las características específicas de la misma.

### **3.3.- MÉTODOS**

#### **3.3.1.- DISEÑO DEL ENSAYO**

Se planteó un ensayo de tipo factorial, siendo los factores estudiados:

- Tipo de Sustrato.
  - Especie.
  - Tipo de semillero o contenedor.
- **TRATAMIENTOS:** Se ensayaron ocho tratamientos para el factor sustrato, tres para la especie y dos tipos de semillero.
- Las tres especies cultivadas fueron lechuga (*Lactuca sativa*), oca (*Abelmoschus esculentus*) y tomate (*Lycopersicum esculentum*).
  - Los dos tipos de semillero empleados fueron bandejas de alvéolos y cajoneras.
  - Los sustratos ensayados fueron:
    - S1<sup>24</sup>: 100% sustrato comercial.
    - S2: 75% sustrato comercial, 25% tierra.
    - S3: 50% sustrato comercial, 50% tierra.
    - S4: 25% sustrato comercial, 75% tierra.
    - S5: 100% tierra.
    - S6: 75% tierra, 25% estiércol.
    - S7: 50% tierra, 50% estiércol.
    - S8: 25% tierra, 75% estiércol.
- **VARIABLES:** Se consideraron cuatro variables para estudiar el comportamiento de los tratamientos (detalladas posteriormente en apartado 3.2.3):

<sup>24</sup> El sustrato S1 se consideró Testigo o Control, ya que se trata de un sustrato especialmente preparado para su uso en semillero, y es el sustrato que utilizan los viveros de la zona.



- Germinación de las semillas: velocidad de germinación y porcentaje.
  - Desarrollo de plántulas: altura y número de hojas por planta.
  - Calidad de las plántulas obtenidas.
  - Viabilidad de las plántulas: desarrollo radicular y supervivencia al trasplante.
- **PARCELA ELEMENTAL:** La parcela elemental fue distinta para las especies, así como para algunas variables.
- Lechuga y tomate: 60 semillas por tratamiento y repetición para la variable germinación; 20 plántulas para las variables desarrollo y calidad de plántulas; y 10 plántulas para estudiar la viabilidad.
  - Oca: 32 semillas por tratamiento y repetición para la variable germinación; 16 plántulas para las variables desarrollo y calidad de plántulas; y 10 plantas para estudiar la viabilidad.
- **NÚMERO DE REPETICIONES:** Se realizaron dos repeticiones para cada uno de los tratamientos analizados, que en total fueron 48 tratamientos combinados entre especie, sustrato y tipo de semillero.

#### **3.3.2.- DESARROLLO Y MANEJO DEL CULTIVO**

##### **3.3.2.1.- Siembra**

En primer lugar se rellenaron los contenedores con cada uno de los sustratos, comprimiéndolos ligeramente de forma manual (Fig. 14, izq.). Se dejó una pequeña cantidad de sustrato para tapar las semillas después de sembrar.

Como se ha citado anteriormente, se sembraron diferente cantidad de semillas según la especie o cultivo. En el caso de la lechuga y el tomate se sembraron 3 semillas por alvéolo en bandejas, con un total de 20 alvéolos por tipo de sustrato y repetición; en cajoneras también se sembraron 3 semillas por cada hoyo, y 20 hoyos por cada tipo de sustrato y repetición distanciados a 5 cm entre ellos (Fig. 14, dcha.). En el cultivo de oca se sembraron 2 semillas por alvéolo en bandejas (16 alvéolos) y 2 semillas por hoyo en cajoneras (16 hoyos), también distanciados a 5 cm.

La siembra se realizó manualmente el día 5 de noviembre de 2008<sup>25</sup>. Las semillas fueron sembradas a una profundidad aproximada de 0,5 cm para lechuga y tomate, mientras que las semillas de oca se sembraron a 1,5-2 cm.

Se sembró con los sustratos húmedos, regados la noche anterior. Inmediatamente después de la siembra se realizó un riego generoso a todos los tratamientos.



**Figura 14:** Izq., cajoneras rellenas de sustrato listas para la siembra. Dcha., plántulas germinando en cajoneras a una distancia de 5 cm entre ellas, a 8 días tras la siembra.

#### 3.3.2.2.- Aclareo

Cuando la germinación llegó a su máximo porcentaje, se aclararon las plántulas dejando una plántula por cada alvéolo en bandejas y una por hoyo en cajoneras. En el caso de lechuga y oca, se realizó a los 14 días tras la siembra, mientras que en tomate a los 18 días. Después del aclareo, se dejaron 20 plántulas por tratamiento de lechuga y tomate, y 16 de oca.

#### 3.3.2.3.- Trasplante

Las plántulas, una vez alcanzado un desarrollo y crecimiento apto para el trasplante, se plantaron en bancales de la propia huerta de la misión de *Waterval*, después de haber preparado el terreno. Para ello, se eliminaron las malas hierbas y se labró el suelo a una profundidad aproximada de 20-30 cm. También se realizó un abonado orgánico con estiércol de vacuno bien descompuesto a razón de 3-4 kg/m<sup>2</sup>, mezclándolo bien con la tierra (Fig. 15), tomando como referencia la dosis

<sup>25</sup> Se procuró realizar el ensayo en las fechas que se siembra en la agricultura local, a principios de la estación de lluvias (octubre-noviembre).

recomendada para suelos arenosos y que necesiten corrección, de 20-25 t/ha (Urbano Terrón, 1995).



**Fig. 15:** Preparación de bancales para el trasplante de las plántulas, con aporte de estiércol, en la huerta de la misión de *Waterval*.

Para determinar cuándo trasplantar las plántulas producidas en semillero, se observó la altura, número de hojas y el aspecto que presentaban estas. En general, el cultivo de plántulas de lechuga en semillero suele oscilar entre 4 y 6 semanas (López Galarza *et al.* 2000); mientras que el tomate, a los 30-35 días tras la siembra con 3 hojas verdaderas y una altura de planta aproximada de 12 cm está en condiciones de trasplante al terreno (Castilla, 1995). En el presente ensayo, las plántulas de oca y lechuga se trasplantaron a los 27 días tras la siembra; las plántulas de tomate a 30 días post-siembra en el caso de trasplante a raíz desnuda (cultivadas en cajoneras) y a 33 días desde bandejas.

Los marcos de plantación de cada una de las especies fueron diferentes. La lechuga se suele trasplantar a 30x30 cm; el marco del tomate varía mucho según la variedad y el objetivo del cultivo, pero puede oscilar entre 0,8-1,2 x 0,2-0,5 metros (Castilla, 1995). En el presente ensayo, la falta de espacio en la huerta de la misión obligó a reducir los marcos de plantación. Además, como solamente se estudió la supervivencia al trasplante y no se pretendía conseguir una buena producción, esto no ocasionó mayor inconveniente. Los marcos empleados fueron los siguientes:

- Lechuga: 20 x 20 cm.
- Oca: 30 x 20 cm.
- Tomate: 40 x 30 cm.

Durante el trasplante se procuró que no pasara mucho tiempo entre el arranque de las plántulas y su posterior trasplante al terreno definitivo. Antes de

trasplantarlas, se humedecieron los sistemas radiculares de las plantas, tanto las que llevaban cepellón como las de raíz desnuda.

Después del trasplante se realizó un riego abundante, humedeciendo bien todo el terreno. Además, debido al clima adverso y árido, se utilizó un acolchado o *mulching* vegetal que reduce la evaporación del suelo y mantiene el terreno más húmedo. Para dicho efecto, se empleó hierba cortada en la propia huerta días antes.

#### 3.3.2.4.- Riego

A falta de medios para un sistema de riego más apropiado, se regó manualmente con una manguera empleando el agua corriente de la propia misión. Se pudo conseguir una boquilla tipo aspersor, para que el riego fuera similar a la aspersión.

En teoría, para una gestión racional del riego en semillero, se calcula la dosis de riego en función del volumen y características físico-químicas del sustrato, y se ajusta la frecuencia en función de la demanda hídrica de la planta (Alarcón y Egea, 1999). En el presente ensayo, debido a la imposibilidad de medios para analizar los factores que determinen la dosis y frecuencia de riego, se optó por regar los semilleros una vez todos los días, e incluso dos veces al día en días muy calurosos. Se regó al anochecer cuando la temperatura bajaba considerablemente; en los días que se realizaron dos riegos, uno fue por la mañana temprano y otro al anochecer.

Se hizo especial hincapié en el control del riego durante la siembra y el trasplante a campo; ya que, tras una siembra o trasplante el contenido de humedad del suelo debe ser bastante alto, sin producir asfixia, y mantenerlo así hasta que empiecen a formarse raíces nuevas (Pina Lorca, 2008).

#### 3.3.2.5.- Abonado

Para abonar los cultivos en semillero se empleó el abono *Nitrospray plus*, cuyas características se pueden observar en la tabla 7. El primer abonado se realizó cuando se aclararon las plántulas, es decir, en lechuga y oca a 14 post-siembra, y en tomate a 18 días. A partir de esa fecha, se abonó cada 7 días.

El abono empleado es líquido y se aportó junto con el riego a razón de 4 ml por litro de agua. Los días de abonado, el riego se llevo a cabo con una regadera convencional para poder mezclar fertilizante y agua.



#### 3.3.2.6.- Problemas y tratamientos fitosanitarios

Durante el transcurso del ensayo apenas se registraron problemas fitosanitarios; de hecho, no se observó ninguna enfermedad ni ataques de plagas destacables.

Solamente se registró una pequeña plaga de hormigas que desenterraban las semillas y se las llevaban. Este problema impedía controlar la evolución y el porcentaje de la germinación de las semillas, por lo que se tuvo que volver a empezar con el ensayo sembrando de nuevo.

Antes de empezar de nuevo con el ensayo, se realizó un tratamiento contra hormigas con “*Kombat ants*”, una suspensión concentrada de *Deltametrina* (piretroide) a 10 gr/l. Se trata de un insecticida de contacto para el control de hormigas, termitas, orugas, etc. Los nidos de hormiga encontrados en la huerta se trataron con el insecticida, a razón de 2 ml por litro de agua; se aplicó en dos ocasiones con un intervalo de siete días. El problema fue solucionado satisfactoriamente.

#### **3.3.3.- PARÁMETROS CONTROLADOS**

Como se ha citado anteriormente, se estudiaron las variables germinación, desarrollo de plántulas, calidad de estas y la viabilidad que mostraron en el trasplante. Para ello, se estudiaron varios parámetros, con el fin de obtener la información más representativa posible.

##### 3.3.3.1.- Germinación de semillas

Para analizar la germinación que presentan los distintos cultivos y su comportamiento respecto al sustrato, se han controlado la evolución del porcentaje de germinación y el porcentaje final. En esta variable, el tipo de semillero no se ha considerado un factor, ya que la germinación no depende del contenedor utilizado, sino que del tipo de sustrato y sus características (además de otros factores edáficos y ambientales). Por ello, se han considerado 4 repeticiones por cada tratamiento (2 de bandejas y otras 2 de cajoneras).

Se consideró que una semilla había germinado cuando le salían los dos cotiledones. Así, se controló el porcentaje de germinación que presentaba cada tratamiento desde el segundo día tras la siembra, tomando datos cada dos días. Se finalizó la toma de datos y se contabilizó el porcentaje final de germinación antes de proceder con el aclareo de los semilleros (14 días en lechuga y oca, 18 en tomate); es decir, cuando se llegó al máximo del porcentaje de germinación.

#### 3.3.3.2.- Desarrollo de plántulas

##### ► Altura de planta:

Un parámetro controlado para determinar el desarrollo y crecimiento que tuvieron las plantas fue su altura. Se midió la altura de las plantas durante el desarrollo del cultivo, así como la altura que presentaron al final de su cultivo en semillero, justo antes del trasplante. Esta medición empezó el día del aclareo, y se continuó tomando datos cada 5 días.

La altura de las plantas se midió manualmente con el uso de un metro convencional. Las mediciones se redondeando al medio centímetro, por la imposibilidad de conseguir mayor exactitud. Se tomaron datos de altura de las 20 (16 en ocra) plantas para cada tratamiento y repetición.

##### ► Número de hojas por planta:

Además de la altura, se consideró importante analizar el número de hojas que presentaba cada planta, para estudiar mejor su desarrollo y crecimiento. Al igual que con la altura, se midió el número de hojas por planta durante el desarrollo del cultivo y el número final. También se empezó a medir cuando se realizó el aclareo, tomando datos con un intervalo de 5 días.

Se consideraron hojas las que a simple vista se podían identificar como tal. Se anotó el número de hojas por planta en todas las muestras de cada tratamiento y repetición.

#### 3.3.3.3.- Calidad de las plántulas

Se consideró necesario estudiar la calidad que presentaban las plántulas, para observar si podían ser vendidas o trasplantadas a campo. Para ello, se contabilizó el porcentaje de plantas comerciales y/o aptas para la venta y trasplante que presentaba cada tratamiento, dividiendo el número de plantas comerciales por el número total de plantas que podría haber en cada tratamiento y repetición (20 de lechuga y tomate, y 16 de ocra). Esta medición se realizó justo en el momento del trasplante, a 27 días tras la siembra en lechuga y ocra, y a 30 y 33 días en tomate, para cajoneras y bandejas respectivamente.

Se trata de una medición cualitativa, por lo que es necesario definir unos criterios o parámetros para clasificar las plantas en comerciales o no. Se considera que una planta tendrá tanta más calidad cuanto más se adapte al uso previsto para ella, y los parámetros de calidad se definirán en función de ese uso (Pina Lorca, 2008). En el presente ensayo, las plántulas obtenidas son producto final, es decir, son utilizadas

para trasplantarlas a terreno definitivo. Por tanto, se han considerado los siguientes criterios para definir si son comerciales o no (adaptado de Pina Lorca, 2008):

- Aspecto agradable y natural: tamaño adecuado, forma natural y sin roturas, fisiopatías ni deformaciones.
- Plántulas sanas: libres de plagas y/o enfermedades.
- Limpia y sin malas hierbas

#### 3.3.3.4.- Supervivencia de plántulas al trasplante

Para estudiar el trasplante y la supervivencia, o viabilidad, que ofrecieron las plantas, se midió el desarrollo radicular y el porcentaje de supervivencia que ofreció cada tratamiento.

##### ► Desarrollo radicular:

El desarrollo radicular se midió de diferente manera para cada tipo de semillero. En el caso de las plántulas trasplantadas a raíz desnuda (desde cajoneras), se estudió la longitud radicular de cada planta. Esta medida se realizó durante el trasplante, intentando ser lo más rápido posible para evitar que las raíces se secan. Se midió la longitud de cada una de las 10 plantas trasplantadas por tratamiento y repetición con un metro convencional.

En el caso del trasplante con cepellón (plántulas producidas en bandejas) no se pudo realizar una medición cuantitativa, por lo que se optó por hacerlo cualitativamente. Se hicieron observaciones sobre la consistencia del taco, relacionado directamente con el desarrollo radicular, también durante el momento del trasplante.

##### ► Supervivencia al trasplante:

Por otra parte se midió el porcentaje de supervivencia al trasplante que presentaron las plántulas de los distintos tratamientos. Se consideraron plantas que habían sobrevivido aquellas que seguían con una evolución normal de crecimiento a los 15 días después del trasplante.

#### 3.3.3.5.- Rendimiento final del semillero

Por último se ha considerado importante calcular el rendimiento que ha tenido cada tratamiento. Para ello, se ha comparado el producto del porcentaje de comerciales y porcentaje de supervivencia, obteniendo el porcentaje de plantas que pasan ambas “pruebas”.

### **3.3.4.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS**

Una vez medidos todos los parámetros descritos, se realizó un análisis estadístico para todas las variables cuantitativas. Este análisis ha permitido determinar si las diferencias existentes entre los tratamientos eran significativas o no.

Para tal efecto se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA) con el paquete estadístico *SPSS Statistics 17.0*. Todos los análisis de la varianza se han realizado con un intervalo de confianza del 95% (significación del 5%). En los análisis que se observaron diferencias significativas, la separación de medias se realizó mediante el método de Duncan, con una significación del 5%.

Para realizar los ANOVAS de las variables que se han medido en porcentaje (germinación, plantas comerciales y supervivencia), ha sido necesario transformar estos porcentajes para que se asemejen a una distribución normal, mediante la siguiente fórmula:

$$\arcseno \sqrt{\% / 100}$$

### **3.3.6.- CREACIÓN DE UN VIVERO HORTÍCOLA**

Para la creación y desarrollo de un vivero hortícola en alguna de las tres comunidades, fue necesario elegir en primer lugar una comunidad donde llevarlo a cabo. Los criterios que se tuvieron en cuenta para dicha elección fueron los siguientes:

- Disponibilidad de agua en la huerta.
- Motivación e interés por parte de los implicados (voluntarias y niños).
- Buen nivel de inglés de las voluntarias para poder comunicarse.

Los sustratos y tipo de semillero a utilizar se definieron según los resultados del ensayo. Además se analizaron las técnicas de cultivo empleadas durante el ensayo, para determinar cuáles podían integrarse con éxito en el vivero de una de las huertas. En general, las técnicas de cultivo empleadas fueron las mismas que para el ensayo de sustratos, con alguna mejora puntual. Entre ellas se encuentran el tratar todas las maderas utilizadas para evitar ataques de termitas, el uso de una mesa para las bandejas con el fin de que el trabajo sea más cómodo, o la colocación de la malla tanto encima como en los lados del semillero para evitar daños por el viento.



## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. INFLUENCIA DE LOS SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS HORTÍCOLAS**

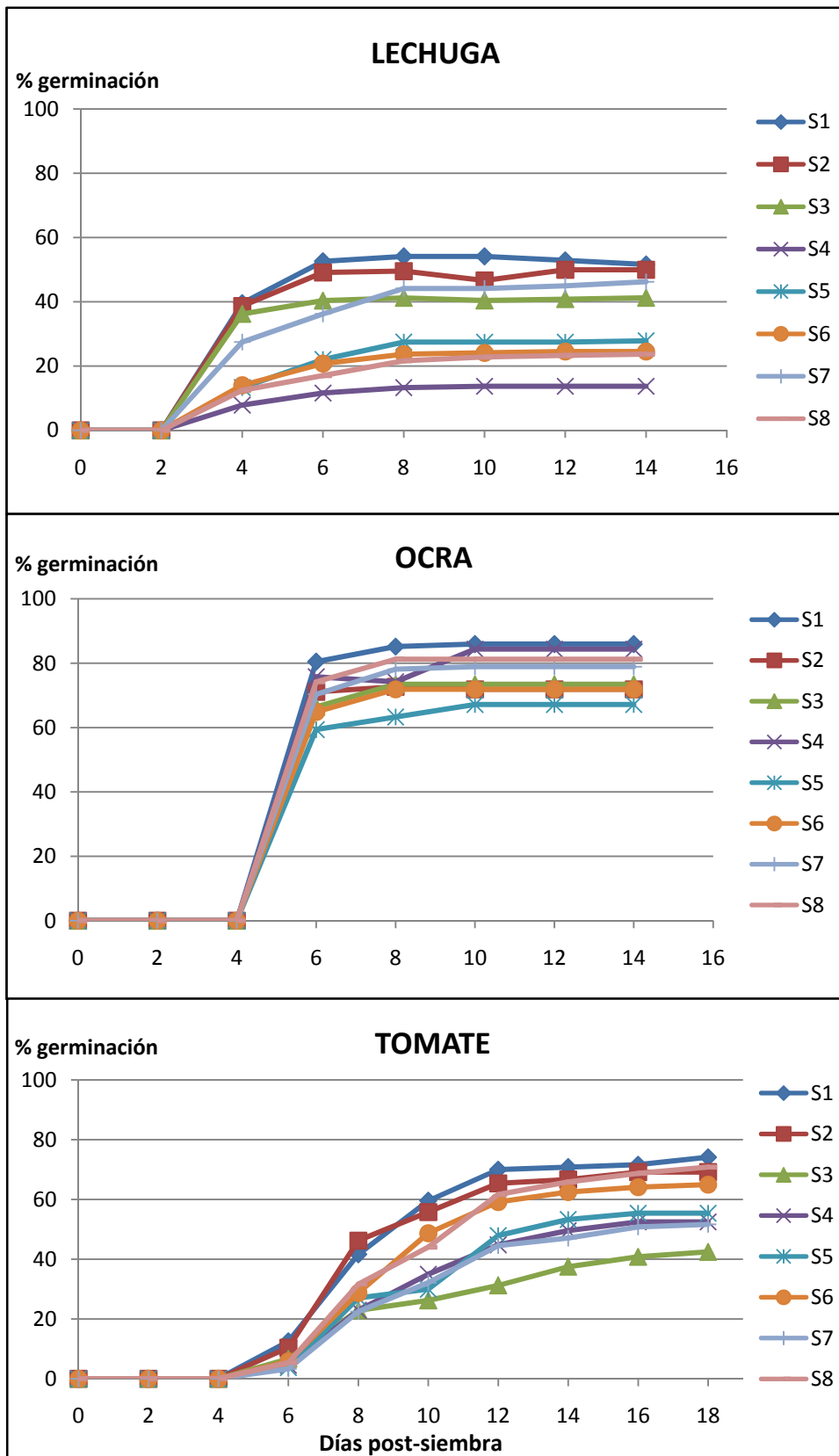
En primer lugar se ha calculado el porcentaje de germinación que presentan los distintos cultivos, y su comportamiento respecto al sustrato empleado. En este apartado no se ha considerado el tipo de semillero como un factor del ensayo, ya que la germinación no depende del contenedor utilizado, sino del tipo de sustrato y sus características.

Primero se presentan los resultados sobre la evolución del porcentaje de germinación para cada especie: lechuga, oca y tomate. Por otro lado, se han calculado los porcentajes de germinación total o final a los 14-18 días tras la siembra, momento en el que se alcanzó el máximo de germinación. Por último se presenta el análisis estadístico del porcentaje de germinación de las tres especies en cada uno de los ocho sustratos diferentes empleados.

##### **4.1.1.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN**

Para cada tipo de sustrato y especie, se calcularon los porcentajes de germinación de cada una de las dos repeticiones de cada tipo de semillero, consiguiendo una media de cuatro repeticiones. Estos datos fueron tomados cada dos días a partir de la siembra. En el caso de la lechuga y la oca se ha contabilizado el porcentaje de germinación hasta el día 14 tras la siembra. En el tomate en cambio, la germinación fue más lenta y progresiva, por lo que se tomaron datos hasta el día 18.

A continuación se presentan las gráficas de evolución del porcentaje de germinación de los tres cultivos para cada tipo de sustrato (Fig. 16).



**Fig. 16:** Evolución del porcentaje medio de germinación de las semillas de lechuga, ocra y tomate en los diferentes sustratos ensayados.

### 4.1.1.1.- Semillas de lechuga

Tal y como se observa en la figura 16, la germinación de las semillas de lechuga comenzó entre los días 3 y 4 tras la siembra para todos los sustratos estudiados. La mayoría de las semillas que han germinado lo han hecho desde el cuarto hasta el octavo día, estabilizándose el porcentaje desde el décimo día. Se aprecia que el sustrato con mejores resultados de germinación es el S1 (sustrato comercial), seguido por los tratamientos S2, S3 y S7; todos ellos consiguen unos niveles finales de germinación de entre 40% y 60%. En los tratamientos restantes, hasta el sexto día post-siembra las semillas apenas habían germinado, alcanzando el día 14 un porcentaje máximo de germinación de entre el 15 y 25%.

Los cuatro sustratos que mejores resultados ofrecen son los que llevan mayor proporción de sustrato comercial (S1-100%- y S2-75%- y S3-50%-) y el tratamiento S7 con la mitad de tierra y mitad estiércol. Esto puede ser debido a la mejor textura y capacidad de retención de agua que se consigue con estas mezclas. El sustrato comercial está preparado especialmente para semilleros y sus propiedades físicas son buenas para la germinación, mientras que el estiércol ofrece una muy buena textura. En cambio, los demás sustratos o bien tienen mayores proporciones de tierra muy arenosa y con poca capacidad de retención de agua (S4, S5 y S6), o la cantidad de estiércol es demasiado elevada para la correcta germinación de semillas de lechuga (S8, con 3 partes de estiércol por 1 de tierra).

Cabe destacar que los porcentajes de germinación han sido muy bajos en todos los sustratos (Fig. 17). La germinación de las semillas de lechuga en el sustrato comercial (S1<sup>26</sup>) no llega al 60%. El bajo porcentaje de germinación obtenido puede ser debido a dos factores; por un lado que la semilla fuera de mala calidad, y por otro las temperaturas altas que se registran en la zona. Para la mayor parte de los cultivares de lechuga la temperatura óptima de germinación ronda los 15-20°C. A partir de 25°C se presentan problemas de termolancia, que se acentúan a partir de los 30°C, resultando los tegumentos de las semillas impermeables al oxígeno (Maroto, 2000). Teniendo en cuenta que la temperatura media durante los meses del ensayo superó los 25 °C<sup>27</sup>, este fenómeno podría explicar los bajos porcentajes de germinación que presentan las semillas de lechuga.

<sup>26</sup> El sustrato comercial S1 se ha considerado como Control o Testigo.

<sup>27</sup> Ver apartado de Clima en Materiales y Métodos (Pág. 39)



**Fig. 17:** Alvéolos sin plántulas debido a los bajos porcentajes de germinación de la lechuga, a 16 días tras la siembra en semillero tipo bandeja.

#### 4.1.1.2.- Semillas de oca

La germinación de la oca se desarrolló con mayor homogeneidad, mayores porcentajes de germinación y con menos diferencias entre sustratos (Fig. 18). La gran mayoría de semillas germinó entre los días 5 y 6; el sexto día los porcentajes de germinación en todos los sustratos superaron el 60%, y apenas aumentaron en días sucesivos (Fig. 16). Los niveles finales de germinación alcanzaron el 65-85%, mayores éstos que en el caso de la lechuga.



**Fig. 18:** Germinación de semillas de oca, con gran homogeneidad entre los sustratos, a 12 días tras la siembra en semillero tipo bandeja.

En este caso también fue el tratamiento S1 el que mejor porcentaje de germinación mostró, seguido de los tratamientos S4 y S8, aunque como se ha comentado las diferencias entre todos ellos fueron muy pequeñas (Fig. 16).

La homogeneidad y los buenos porcentajes de germinación que se observan en la oca pueden ser debidos a la buena calidad de la semilla, así como a ser una especie adaptada a las condiciones climáticas del lugar.

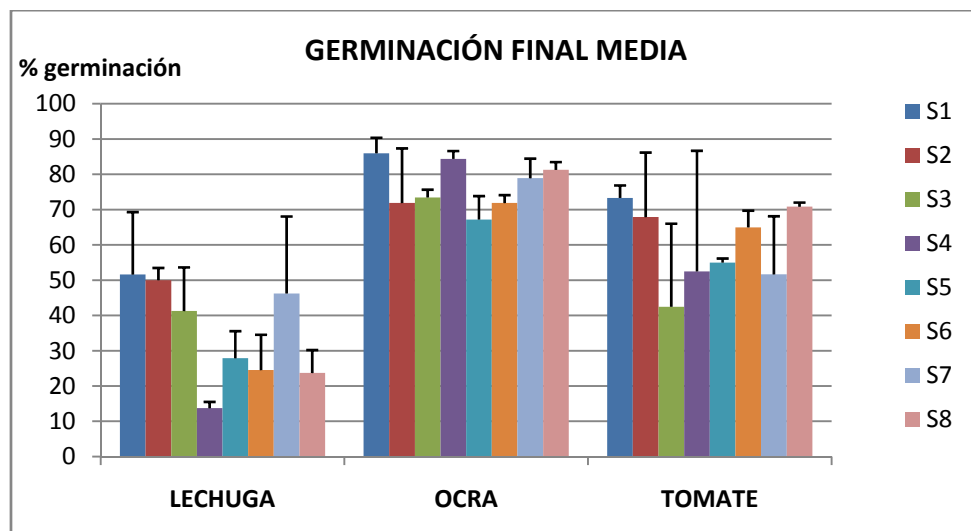
#### 4.1.1.3.- Semillas de tomate

La germinación de las semillas de tomate tuvo lugar más tarde y más lentamente que en las otras dos especies. Las primeras semillas comenzaron a germinar entre los días 5-6 después de la siembra, y siguieron germinando escalonadamente hasta el día 16-18 aproximadamente. La germinación final de todos los tratamientos se situó entre el 40% y el 75%, presentado diferencias entre ellos.

Se observó que fueron los tratamientos con mayor proporción de sustrato comercial (S1 y S2) los que mejor y más precozmente germinaron; los sustrato S8 y S6 en cambio, no presentaron germinación tan precoz pero consiguieron unos porcentajes finales muy similares a los de los tratamientos S1 y S2. Los tratamientos S4, S5 y S6 mostraron una evolución de la germinación muy similar llegando hasta unos porcentajes máximos del 50-55%. Por último, se observó que el peor sustrato para la germinación del tomate fue el S3 (mitad sustrato comercial, mitad tierra). En este caso, a diferencia de lo que ocurre en lechuga, no se aprecia relación entre la composición del sustrato y el porcentaje de germinación.

#### 4.1.2.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE FINAL DE GERMINACIÓN

En la figura 19 se representa el porcentaje medio de germinación final. Como ya se ha citado anteriormente, estos datos fueron tomados a 14 días tras la siembra para los cultivos de lechuga y oca, y a 18 días en el caso del tomate, debido a que la germinación fue más lenta en esta especie.



**Fig. 19:** Porcentaje de germinación medio con desviación típica; a 14 días post-siembra en lechuga y oca, y 18 días en tomate.

En la figura 19 se observa claramente que la oca mostró porcentajes de germinación superiores al tomate, y éste mayores que la lechuga. En general, la oca presentó mayor homogeneidad entre tratamientos, así como desviaciones típicas mucho menores que los otros dos cultivos. En la lechuga y el tomate se pudieron apreciar mayores diferencias entre los sustratos empleados para su germinación, así como desviaciones mayores. Esto puede indicar que la germinación de las semillas de oca no es tan sensible a las características físicas del sustrato, además de estar mejor adaptada a las condiciones climáticas de la zona.

En todos los cultivos, el sustrato compuesto solamente por sustrato comercial (S1) es el que mejores resultados ofreció. Entre los demás tratamientos, los resultados varían en las diferentes especies, aunque en general se puede percibir que los sustratos con mayores proporciones de sustrato comercial (S1 y S2) o de estiércol (S7 y S8) son los que mayores porcentajes de germinación proporcionaron.

Para analizar estadísticamente las diferencias entre los factores estudiados, se ha realizado un análisis de la varianza bifactorial, tomando como factores fijos la especie y el sustrato; la variable dependiente que se ha estudiado es el porcentaje de germinación. Para la separación de medias se ha utilizado el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

**Tabla 8:** Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y especies) y efectos (% de germinación).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>ESPECIE</b>	28549,508	2	14274,754	46,937	,000
<b>SUSTRATO</b>	4178,124	7	596,875	1,963	,072
<b>ESPECIE * SUSTRATO</b>	6073,019	14	433,787	1,426	,163

Según el ANOVA realizado, la interacción entre los dos factores (sustrato y especie) no es significativa al 5% ( $P=0,163$ )<sup>28</sup>. Es decir, ninguno de los factores interfiere en el resultado del otro, y por tanto, se analizará conjuntamente (Tabla 8).

**Tabla 9:** Porcentaje de germinación por especie o cultivo. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

ESPECIE	% GERMINACIÓN MEDIA
<b>OCRA</b>	76,85 a
<b>TOMATE</b>	59,81 b
<b>LECHUGA</b>	34,85 c

<sup>28</sup> La interacción será significativa cuando la probabilidad (P) sea menor que 0,05.



Con el análisis de la varianza se demuestra que existen diferencias significativas tanto entre especies como entre sustratos (Tabla 8). Se confirma que la oca fue el cultivo que mayor porcentaje de germinación presentó (76,85%), marcando diferencias significativas frente a las otras dos especies (Tabla 9). El tomate por su parte, mostró un porcentaje de germinación (59,81%) significativamente mejor que la lechuga (34,85%). Estos resultados pueden deberse por una parte a la diferencia de calidad de las semillas, y por otra a las diferentes necesidades de temperatura para germinar de cada cultivo. Mientras que la temperatura óptima de germinación de la oca se encuentra entre 25-35°C, en el tomate el rango ideal se sitúa 28-24°C pero la máxima en 35°C (Castilla, 1995). La lechuga, como se ha comentado anteriormente, es la especie que más sufre las altas temperaturas durante la germinación.

Por otra parte, se han analizado las diferencias existentes entre los porcentajes de germinación para cada tipo de sustrato (Tabla 10).

**Tabla 10:** Porcentajes de germinación por sustrato. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	% GERMINACIÓN MEDIA		
S1 = SC4:0	70,28	a	
S2 = SC3:1T	63,24	a	b
S7 = E2:2T	58,92	a	b
S8 = E3:1T	58,59	a	b
S6 = E1:3T	53,78		b
S3 = SC2:2T	52,38		b
S4 = SC1:3T	50,19		b
S5 = T4:0	50,01		b

En la tabla 10 se observa que la germinación en el sustrato S1 fue significativamente mejor que en los sustratos S3, S4, S5 y S6. Se confirma que los sustratos que mejores porcentajes de germinación ofrecieron son los que menores proporciones de tierra local tenían en su composición (S1, S2, S7 y S8). La tierra de la huerta era de una textura muy arenosa<sup>29</sup>, por lo que su capacidad de retención de agua es baja. Seguramente este factor haya sido el que más ha influido en los resultados finales de germinación obtenidos en los distintos sustratos.

<sup>29</sup> Ver Tabla 5 en el apartado de Sustratos, en Materiales y Métodos (Pág. 42).

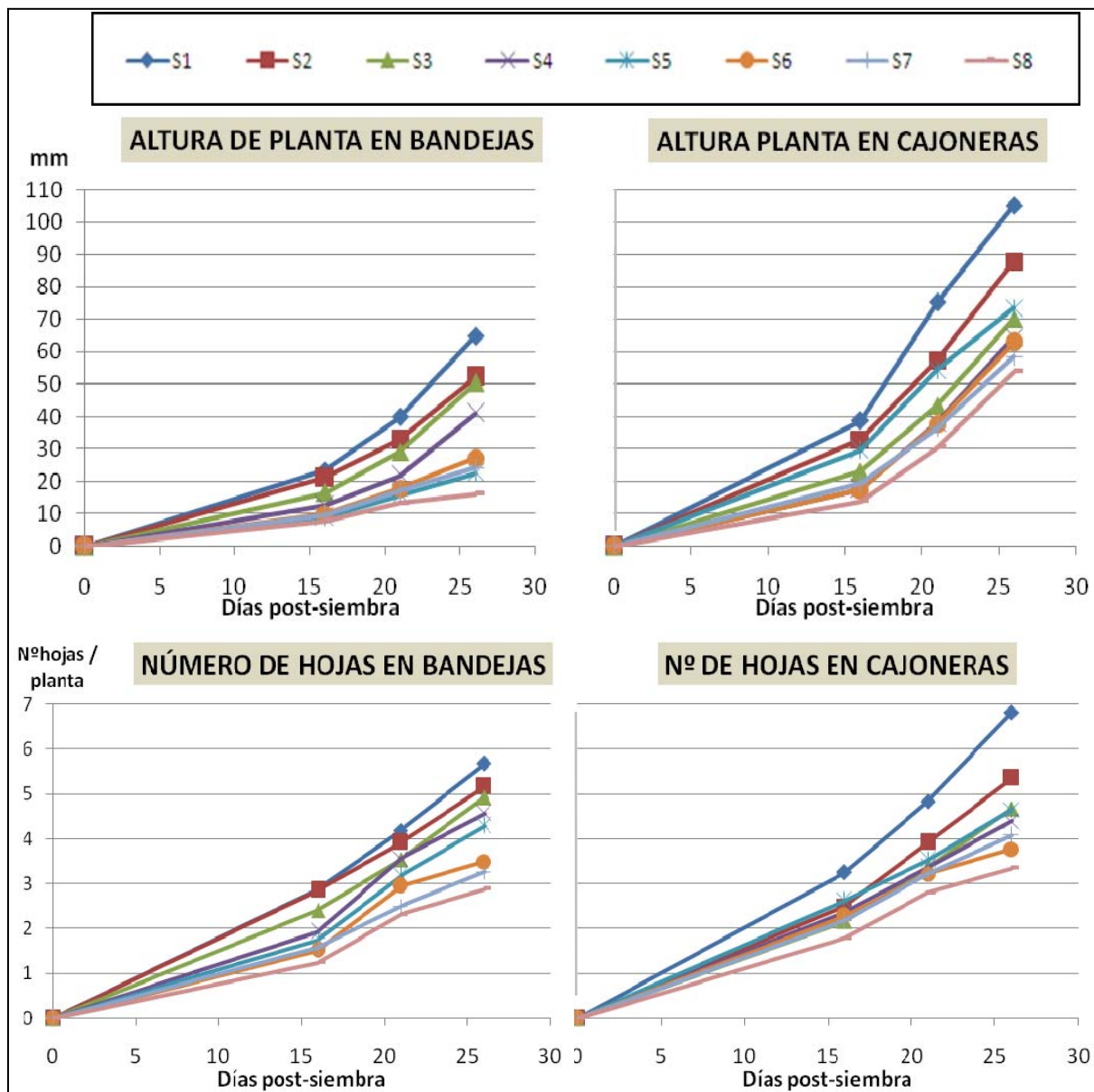


#### **4.2. INFLUENCIA DE LOS SUSTRATOS Y EL TIPO DE SEMILLERO EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS HORTÍCOLAS**

Después de haber observado y analizado la germinación obtenida durante el ensayo de sustratos, se ha estudiado la evolución del cultivo durante su desarrollo en semilleros. Para ello se tomaron medidas de altura y número de hojas por planta para cada especie desde el último conteo del porcentaje de germinación hasta la fecha de trasplante final a suelo. Se analizó el comportamiento de estas dos variables respecto al sustrato empleado y al tipo de semillero, es decir, bandejas de alveolos y cajoneras para trasplante a raíz desnuda.

Por otro lado, se ha realizado un análisis estadístico de la varianza para determinar si existen diferencias significativas entre sustratos, semilleros y especies. Este análisis se ha realizado con los datos finales de altura de planta, ya que se observa que este factor es el más significativo para describir la evolución que han tenido las plántulas en semillero.

#### 4.2.1.- EVOLUCIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE LECHUGA



**Fig. 20:** Evolución del cultivo de plántulas de lechuga, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta, en los distintos sustratos estudiados tanto en semilleros de bandejas como en cajoneras.

Como se observa en la figura 20, la altura de las plántulas fue mucho mayor en semilleros tipo cajoneras que en bandejas. El tratamiento que mejores resultados mostró para la altura de las plántulas de lechuga fue el S1 (sustrato comercial) en ambos casos, seguido del S2 (75% sustrato comercial – 25% tierra). En el caso de las bandejas, el sustrato S1 despuntó sobre los demás con una altura de aproximadamente 65 mm, seguido por S2 y S3 con unos 50 mm de altura. En el semillero tipo bandeja, la altura de las plántulas de lechuga en el sustrato S1 fue de

casi 110 mm, alcanzando S2 los 90 mm. Cabe destacar, que la diferencia en la altura de las plántulas de lechuga entre los dos tipos de semillero fue más pronunciada en los sustratos que peores resultados ofrecieron (S4, S5, S6, S7 y S8), llegando incluso a doblar la altura de la plántula en el semillero tipo cajonera.

En cuanto al número de hojas por planta, la mayoría de los sustratos ensayados mostraron resultados muy parecidos, de entre 3 y 5 hojas por plántula de lechuga independientemente del tipo de semillero utilizado (figura 20). Los mejores resultados se obtuvieron con los sustratos S1 y S2, con más de 5 hojas por plántula. Destacar en el semillero tipo cajonera, el desarrollo de las plántulas de lechuga en el sustrato S1, con casi 7 hojas por planta.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la altura de la plántula se ha realizado un análisis de la varianza bifactorial, fijando los factores sustrato y tipo de semillero (Tabla 11). La interacción entre ambos factores no ha sido significativa ( $P=0,36$ ), por lo que no interactúan entre ellos y se puede proceder al análisis conjunto de los datos. Para la separación de medias se ha utilizado el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

**Tabla 11:** Prueba de interacción entre sujetos (tratamientos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de lechuga.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SUSTRATO	7589,523	7	1084,218	13,698	,000
TIPO.SEMILLERO	9649,539	1	9649,539	121,913	,000
SUSTRATO * TIPO DE SEMILLERO	661,976	7	94,568	1,195	,360

**Tabla 12:** Altura media de las plántulas de lechuga en los distintos sustratos analizados (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)			
S1 = SC4:0	85,06	a		
S2 = SC3:1T	70,19	b		
S3 = SC2:2T	60,34	b	c	
S4 = SC1:3T	52,76	c	d	
S5 = T4:0	48,07	c	d	e
S6 = E1:3T	45,07		d	e
S7 = E2:2T	41,42		d	e
S8 = E3:1T	35,03			e

Según el análisis de la varianza, existen diferencias significativas en la altura de las plántulas de lechuga entre los sustratos ensayados, independientemente del tipo de semillero utilizado (Tabla 11).

Se confirma que el sustrato S1 fue el mejor para el desarrollo de las plántulas de lechuga, ofreciendo alturas significativamente mayores que todos los demás tratamientos (Tabla 12). También se observa que las plántulas de lechuga se desarrollaron mejor cuanto mayor era la proporción de sustrato comercial en los sustratos ensayados (S1, S2 y S3). Los peores resultados se dieron al utilizar sustratos con alguna parte de estiércol (S6, S7 y S8). Además, cuanto mayor era esta proporción, menor fue la altura media de las plántulas obtenidas. Esto puede ser debido al exceso de nutrientes que presenta el estiércol, por lo que, independientemente de sus propiedades físicas deben mezclarse en pequeñas dosis si se utilizan como componente de sustratos (Burés, 1997).

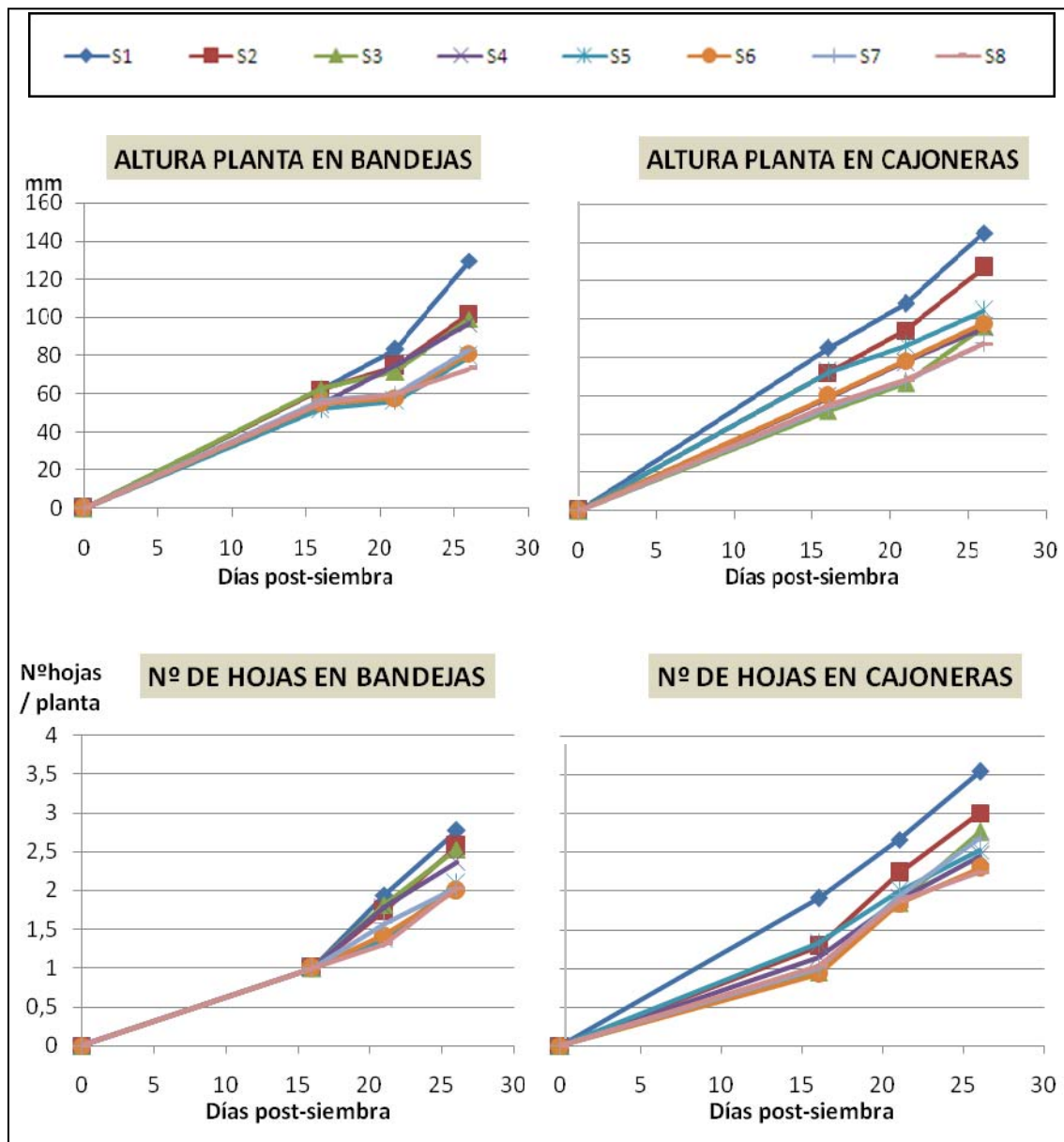
**Tabla 13:** Altura media de las plántulas de lechuga según el tipo de semillero. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TIPO DE SEMILLERO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)	
Cajoneras	72,11	a
Bandejas	37,38	b

Las diferencias en la altura de plántula entre los dos tipos de semillero también resultaron significativas (Tabla 11), siendo la altura media en cajoneras casi el doble que la obtenida en los semilleros con bandejas de alveolos (Tabla 13). Esto puede ser debido en gran parte al mayor espacio que ofrecen las cajoneras para el desarrollo radicular de las plántulas. Otro motivo puede ser que como el volumen de sustrato es mayor en este tipo de semillero, éste retiene más tiempo la humedad. Esto puede ser de vital importancia teniendo en cuenta el clima árido<sup>30</sup> de la zona en la que se llevó a cabo el ensayo.

<sup>30</sup> El clima de la zona es un clima árido o semi-árido (Pág. 39).

#### 4.2.2.- EVOLUCIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE OCRA



**Fig. 21:** Evolución del cultivo de plántulas de oca, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta, en los distintos sustratos estudiados tanto en semilleros de bandejas como en cajoneras.

En el caso de la oca, también fue el tratamiento S1 quién mejores resultados presentó, siempre seguido del S2, tanto para altura de planta como para número de hojas. En esta especie, las diferencias entre semillero fueron mayores en cuanto al número de hojas que para la altura de las plántulas; en cambio, las diferencias entre sustratos han sido menores que en la lechuga.

Si observamos la altura de las plantas de oca, se aprecia que la evolución es más homogénea en semilleros de cajonera (Fig. 21). Sin embargo, en semillero tipo

bandeja, el crecimiento de la planta inicialmente es más lento y éste se acelera en los últimos días del cultivo en semillero (a partir del día 20 tras la siembra).

En cuanto al número de hojas por planta, las diferencias entre sustratos fueron mayores en semilleros de cajoneras que en bandejas, ya que en este último tipo de semillero presentó una gran homogeneidad. Por ejemplo, el día 16 tras la siembra, todas las plantas tenían 1 hoja, independientemente del sustrato empleado para su cultivo. En los siguientes 10 días, el número de hojas aumentó hasta alcanzar valores medios de entre 2 y 3 hojas por planta, siendo el S1 quien mayor cantidad de hojas por planta ha ofrecido, aunque con diferencias muy pequeñas entre todos los sustratos. En el ensayo en cajonera, las diferencias entre sustratos fueron algo mayores, siendo también el sustrato S1 quien mejores resultados ofreció durante toda la fase de cultivo en semillero, llegando a una media de 3,5 hojas por planta. Le siguió el tratamiento S2 con 3 hojas por planta; por último, los demás sustratos mostraron resultados muy similares, todos ellos de entre 2-3 hojas por plántula de oca.

Se ha realizado el mismo análisis estadístico que para la lechuga, con las variables fijas sustrato y tipo de semillero, para medir la variable dependiente altura. A continuación se presentan los niveles de significación de cada sujeto fijado y de la interacción entre ambos.

**Tabla 14:** Prueba de interacción entre sujetos (tratamientos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de oca.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>SUSTRATO</b>	9602,335	7	1371,762	43,993	,000
<b>TIPO.SEMILLERO</b>	1157,777	1	1157,777	37,130	,000
<b>SUSTRATO * TIPO.SEMILLERO</b>	825,212	7	117,887	3,781	<b>,013</b>

La interacción entre los factores fijos sustrato y tipos de semillero ha sido significativa ( $P=0,013$ ), por lo que interactúan entre ellos (Tabla 14). Debido a esto, no ha sido posible analizar los resultados conjuntamente y se han realizado los correspondientes análisis unifactoriales. Es decir, se ha analizado la influencia del tipo de sustrato empleado sobre la altura de plantas para cada tipo de semillero (bandejas y cajoneras) por separado.

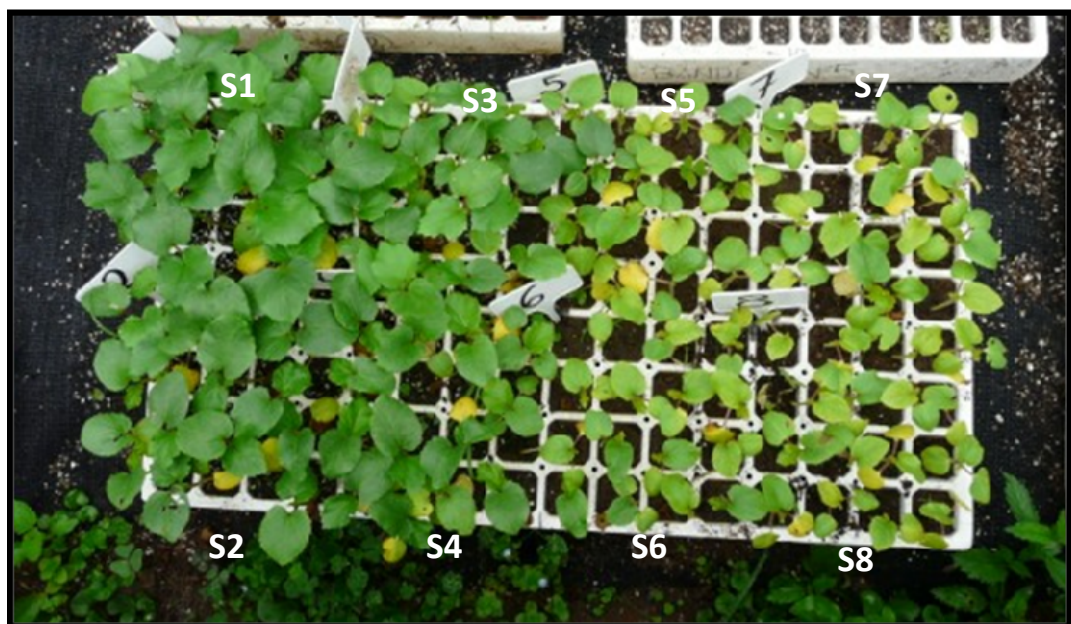


► Semilleros tipo bandeja

**Tabla 15:** Altura media de las plántulas de oca en los distintos sustratos analizados en semillero de bandeja (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)	
S1 = SC4:0	129,53	a
S2 = SC3:1T	101,96	b
S3 = SC2:2T	99,28	b c
S4 = SC1:3T	96,72	c
S7 = E2:2T	82,85	d
S6 = E1:3T	81,01	d
S5 = T4:0	79,38	d
S8 = E3:1T	73,12	e

Según el análisis de la varianza realizado, existen diferencias significativas entre las alturas de las plántulas de oca en bandejas de alveolos para cada sustrato empleado. El sustrato S1, con una altura media de 129 mm, ha sido significativamente superior a todos los demás tratamientos (Tabla 15). Los tratamientos S2, S3 y S4, con alturas comprendidas entre 96 y 102 mm, han sido significativamente mejores que los cuatro restantes (S5, S6, S7 y S8), que contienen estiércol en su composición. Entre estos últimos, el tratamiento con mayor proporción de estiércol (S8) ha sido el que peores resultados presenta (Fig. 22).



**Fig. 22:** Diferencias entre sustratos en plántulas de oca cultivadas en bandejas de alvéolos, a 26 días tras la siembra. Se observan diferencias en la altura de planta, coloración, número y tamaño de las hojas.



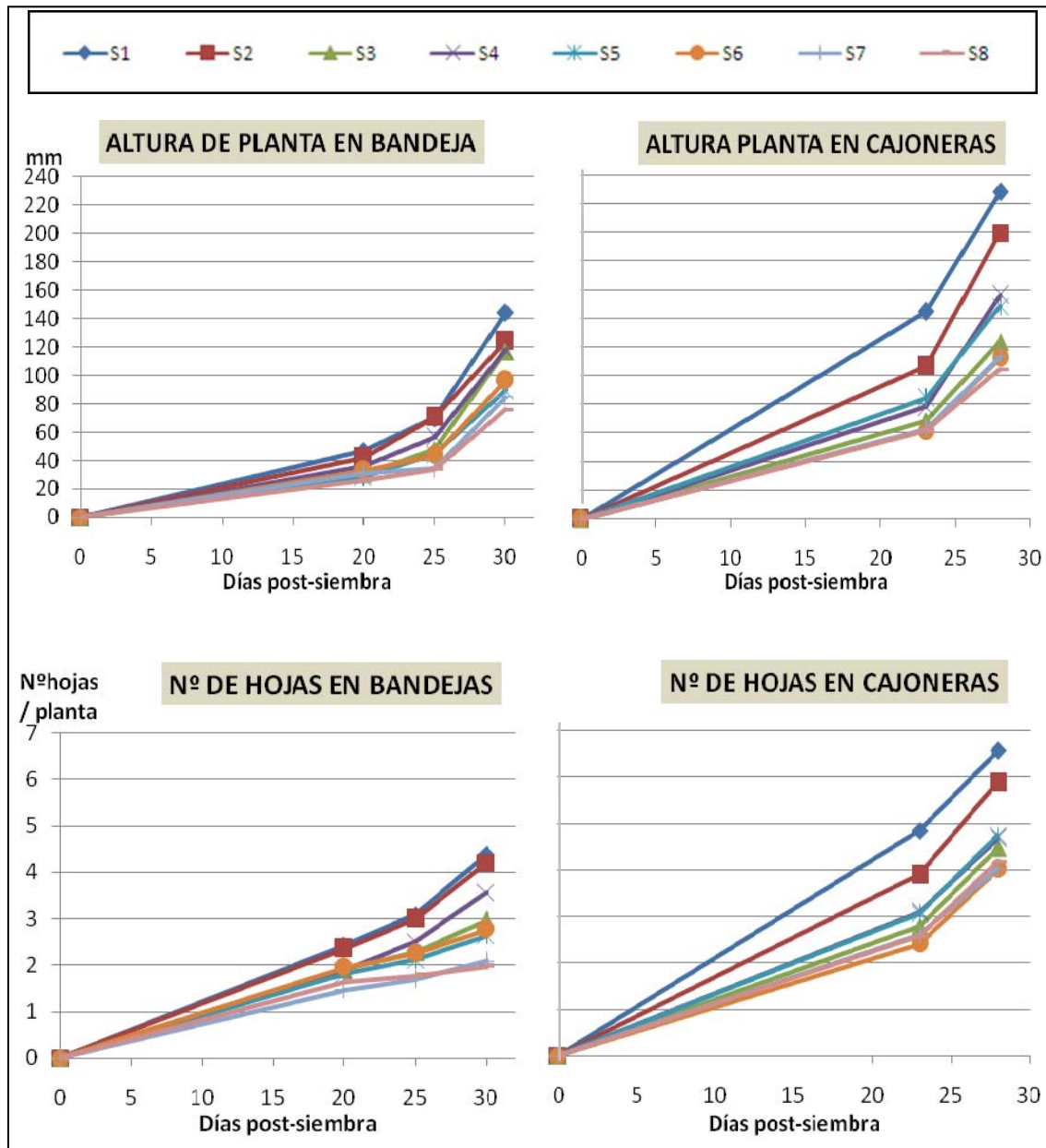
► Semilleros tipo cajoneras

**Tabla 16:** Altura media de las plántulas de oca en los distintos sustratos analizados en semillero de cajoneras (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)	
S1 = SC4:0	144,93	a
S2 = SC3:1T	126,82	b
S5 = T4:0	104,23	c
S6 = E1:3T	97,88	c
S3 = SC2:2T	96,29	c
S4 = SC1:3T	95,42	c
S7 = E2:2T	87,49	c
S8 = E3:1T	87,05	c

En el caso del cultivo en semilleros tipo cajoneras, también existen diferencias significativas entre los distintos sustratos. El tratamiento que mayores alturas de planta ha mostrado es el S1 llegando a casi 145 mm por planta, y también ha sido significativamente mejor que todos los demás tratamientos (Tabla 16). Le sigue el sustrato S2, que también ha sido significativamente mejor que los tratamientos restantes. Por último, los tratamientos S5, S6, S3, S4, S7 y S8 han presentado alturas menores (entre 87 mm y 104 mm), sin diferencias significativas entre ellos.

Se puede observar que tanto en un tipo de semillero como en otro, el sustrato comercial (S1) ha sido quien mejores resultados ofrece, con diferencias significativas respecto a los demás sustratos. También el sustrato S2 ha resultado un buen sustrato para el desarrollo de semilleros. En el caso de la oca, se confirma que a mayor proporción de estiércol en la composición del sustrato, menores alturas de planta se consiguen. Por otro lado, se aprecia que las diferencias en la altura de plántula entre sustratos que ha mostrado el semillero de cajoneras han sido mayores que en bandejas. Esto puede ser debido a que en cajoneras el sistema radicular puede desarrollarse y crecer más, aprovechando en mayor cantidad las ventajas que ofrecen los sustratos “buenos”, como pueden ser mayor capacidad de retención de agua, mejor aireación, nutrición, etcétera.

**4.2.3.- EVOLUCIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE:**

**Fig. 23:** Evolución del cultivo de plántulas de tomate, referente a la altura de planta y nº de hojas por planta, en los distintos sustratos estudiados tanto en semilleros de bandejas como en cajoneras.

El tomate fue la especie que mayores diferencias de evolución del crecimiento y desarrollo presentó entre los tipos de semillero, siendo los resultados del ensayo en cajoneras mucho mayores tanto para altura como para número de hojas por planta (Fig. 23). Estas diferencias, en general, fueron aún mayores en los sustratos que mejores resultados dieron (S1 y S2). Al igual que en los otros dos cultivos, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento S1 para todas las variables estudiadas y

tipos de semillero, siempre seguido por el sustrato S2, que también mostró mejores resultados que los demás tratamientos.

La altura de plántulas de tomate siguió una evolución más homogénea en semilleros tipo cajoneras que en bandejas, aunque las diferencias entre sustratos fueron más pronunciadas. En semilleros de bandejas el crecimiento en altura fue más lento los primeros días de cultivo, pero éste se aceleró a partir del día 25.

En cuanto al número de hojas por plántula de tomate, los sustratos S1 y S2 fueron los únicos que superaron las 4 hojas por planta en el semillero tipo bandeja. Los demás tratamientos presentaron valores medios de entre 2 y 3 hojas por planta, exceptuando el tratamiento S4 que llegó a las 3,5 hojas por planta. En el semillero tipo cajoneras, todos los sustratos mostraron valores superiores a 4 hojas por planta. El sustrato S1 llegó hasta 6,5 hojas por planta, y el S2 casi a 6 hojas. Las diferencias entre estos dos sustratos y los demás fueron más pronunciadas en este tipo de semillero, observándose en el resto de sustratos entre 4 y 5 hojas por planta.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la altura de la plántula de tomate se ha realizado el mismo ANOVA que con la lechuga y la oca, fijando los factores sustrato y tipo de semillero (Tabla 17). A continuación se presentan los niveles de significación de cada sujeto fijado y de la interacción entre ambos.

**Tabla 17:** Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y tipos de semillero) y efectos (altura de planta) para el cultivo de plántulas de tomate.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>SUSTRATO</b>	30107,985	7	4301,141	28,551	,000
<b>TIPO DE SEMILLERO</b>	14067,192	1	14067,192	93,380	,000
<b>SUSTRATO * TIPO DE SEMILLERO</b>	5487,561	7	783,937	5,204	,003

En este caso, al igual que ocurría con la oca, la interacción entre las variables fijas sustrato y semillero resultó ser significativa ( $P=0,003$ ) por lo que fue imposible analizarlo de esta manera. Por ello, se han realizado los correspondientes análisis unifactoriales para determinar las diferencias existentes entre los ocho tipos de sustrato. Se ha procedido del mismo modo que en el caso de la oca, analizando por una parte las alturas en semilleros de bandeja y por otra en semilleros en cajoneras.

► Semilleros tipo bandeja

**Tabla 18:** Altura media de las plántulas de tomate en los distintos sustratos analizados en semillero de bandeja (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)	
S1 = SC4:0	144,04	a
S2 = SC3:1T	123,99	b
S4 = SC1:3T	117,91	b
S3 = SC2:2T	116,93	b
S6 = E1:3T	96,55	c
S5 = T4:0	89,55	c d
S7 = E2:2T	84,89	c d
S8 = E3:1T	76,20	d

Tal y como se aprecia en la tabla 18, el sustrato S1 fue el que mayores alturas de planta alcanzó, con diferencias significativas sobre todos los demás sustratos. Después se sitúan los tratamientos S2, S3 y S4, con alturas de plántula entre 115-125mm, que también mostraron alturas significativamente superiores que los tratamientos restantes. Por último, los tratamientos que contienen alguna parte de estiércol o solamente tierra (S5, S6, S7 y S8) presentaron alturas de planta inferiores, que no llegaron en ningún caso a los 10 cm de media.

► Semilleros tipo cajonera

**Tabla 19:** Altura media de las plántulas de tomate en los distintos sustratos analizados en semillero de cajoneras (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA MEDIA (mm)	
S1 = SC4:0	227,95	a
S2 = SC3:1T	199,47	a
S4 = SC1:3T	156,04	b
S5 = T4:0	148,40	b c
S3 = SC2:2T	123,61	b c d
S7 = E2:2T	113,28	c d
S6 = E1:3T	112,26	c d
S8 = E3:1T	104,53	d

Según se observa en la tabla 19, en el cultivo de tomate en semillero tipo cajonera los tratamientos S1 y S2 son los que mejores resultados mostraron, llegando a los 20 cm por plántula, alturas significativamente superiores a las obtenidas en los demás tipos de sustrato, que se sitúan entre 100 y 156 mm.

En el desarrollo del cultivo de tomate en semillero, se evidencia que el sustrato comercial (S1) es el que mejores resultados ha presentado. También el tratamiento S2 ha ofrecido buenas alturas de planta, y en ambos casos se ha situado después del S1. Cabe destacar el sustrato S4, que tanto en bandejas como en cajoneras ha mostrado el tercer mejor resultado, cosa que no se ha podido ver en las otras especies. En este caso también se comprueba que los sustratos con importantes proporciones de estiércol han mostrado los peores resultados; se evidencia que el desarrollo de las plántulas no es el más apropiado en sustratos con altas cantidades de estiércol, como se ha comentado anteriormente.

Entre los dos tipos de semillero, se ha observado que las cajoneras permiten un mayor desarrollo y crecimiento de las plantas de tomate. Las diferencias entre sustratos para bandejas o semilleros han sido evidentes, pero algo más pronunciadas en el caso de las cajoneras, tal y como ocurría con el cultivo de oca.

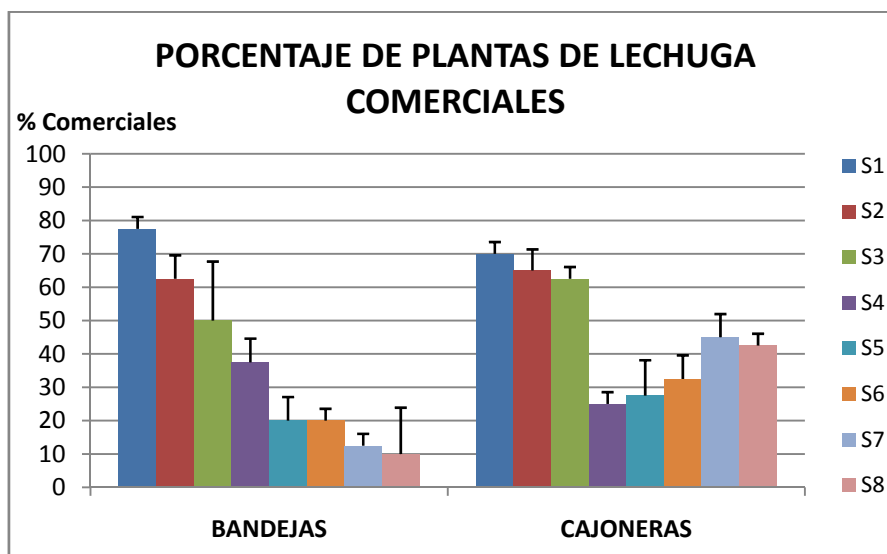
### **4.3. INFLUENCIA DE LOS SUSTRATOS Y EL TIPO DE SEMILLERO EN LA CALIDAD DE LAS PLÁNTULAS HORTÍCOLAS OBTENIDAS**

Una vez estudiadas la germinación de las semillas y la evolución que han tenido las plantas en semillero, se ha analizado la calidad de estas plántulas obtenidas en vivero. Este análisis se realizó justo antes del trasplante; las plántulas de oca y lechuga se evaluaron a los 27 días tras la siembra, mientras que el tomate a 30 días en el caso de trasplante a raíz desnuda (desde cajoneras) y a 33 días desde bandeja. Para ello, se determinó el porcentaje de plantas comerciales obtenidas en cada tratamiento, siguiendo los criterios comentados en Materiales y Métodos<sup>31</sup>.

---

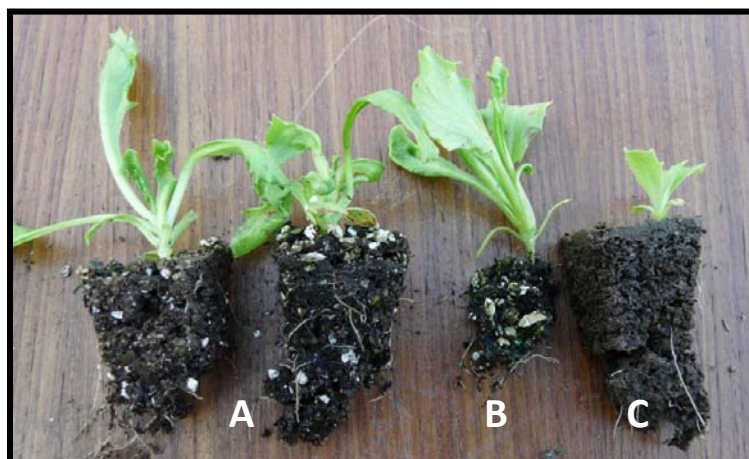
<sup>31</sup> Ver apartado “Calidad de las plántulas” en Materiales y Métodos (pág. 54).

#### 4.3.1.- PLÁNTULAS DE LECHUGA COMERCIALES



**Fig. 24:** Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de lechuga comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras.

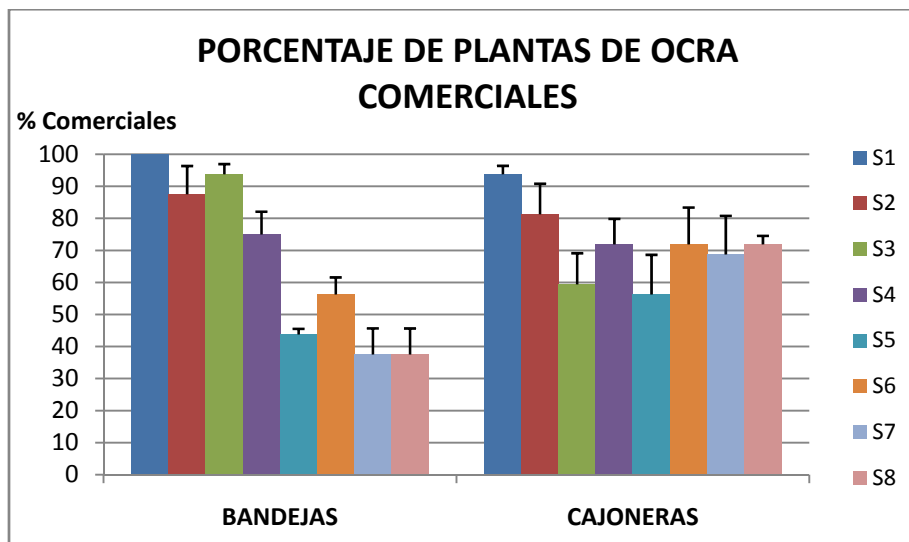
En la figura 24 se observa que el porcentaje de plantas aptas para el trasplante o la venta varía mucho en función del tipo de semillero y el sustrato empleado. En el caso del semillero tipo bandeja, el mejor sustrato fue el S1 con más del 75% de comerciales, mientras que el tratamiento S8 no sobrepasó el 10%. Se aprecia que en los demás tratamientos la cantidad de plantas comerciales va descendiendo escalonadamente desde S1 hasta S8. En las cajoneras, se observa que los sustratos S1, S2 y S3 ofrecieron los mejores resultados, con una cantidad de plantas comerciales de entre 60-70%. Los tratamientos con mayor proporción de estiércol (S7 y S8) sobrepasaron el 40%, mientras que los de mayor porcentaje de tierra se situaron entre 25 y 35% de lechugas aptas para el trasplante. Algunos de los motivos por los cuales las plántulas de lechuga fueron consideradas no comerciales se reflejan en la figura 25.



**Fig. 25:** Plantas de lechuga no comerciales. A) Plántulas con deformaciones; B) escaso crecimiento radicular; C) desarrollo vegetativo insuficiente.

Se evidencia que el efecto del sustrato ha sido más pronunciado en el semillero tipo bandeja, ya que las diferencias entre ellos fueron mayores. En bandejas, los sustratos con cantidades altas de estiércol fueron los que menores porcentajes de lechugas comerciales ofrecieron. Esto puede deberse, en parte, a que la causa principal de que las plantas de lechuga fueran consideradas no comerciales en estos sustratos fue su bajo crecimiento en altura (Fig. 25-C).

#### 4.3.2.- PLÁNTULAS DE OCRA COMERCIALES



**Fig. 26:** Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de oca comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras.

En el caso de la oca, los porcentajes de plantas comerciales conseguidos fueron mayores (Fig. 26) que los obtenidos con lechuga (Fig. 25). En el caso del semillero tipo bandeja, los mejores resultados fueron ofrecidos por los sustratos con alguna parte de sustrato comercial (S1, S2, S3 y S4) con porcentajes superiores al 75%, destacando el S1 con el 100% de plantas comerciales. Los tratamientos que contenían estiércol o solamente tierra, no llegaron en ningún caso al 60% de plantas. En el caso de las cajoneras, destacaron los sustratos S1 y S2 con más del 80% de las plantas aptas para trasplantar. Los demás sustratos se situaron entre 55 y 70%. Algunos de los motivos por los cuales las plántulas de oca fueron consideradas no comerciales se reflejan en la figura 27.

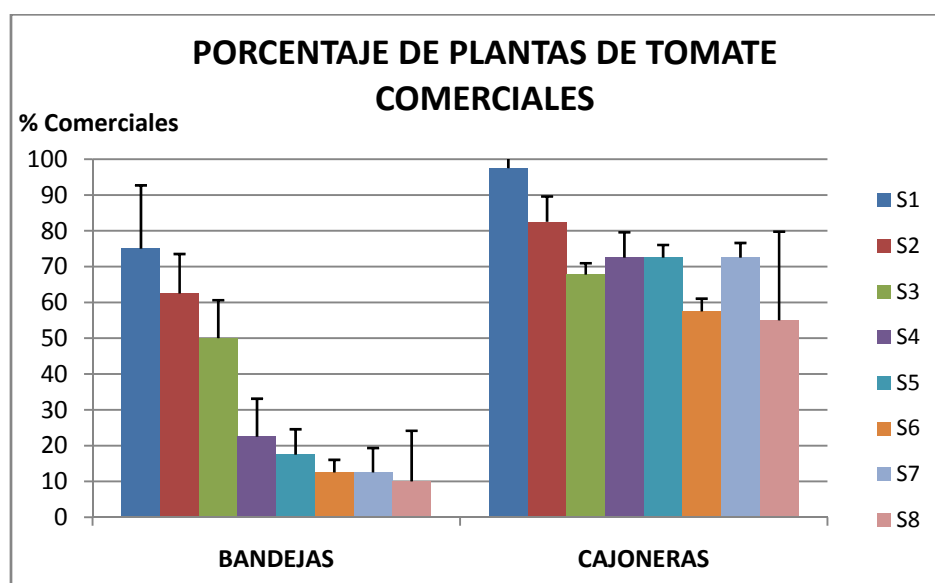




**Fig. 27:** Plantas de oca (cultivadas en bandejas) no comerciales por aspecto indeseado, poco crecimiento o desarrollo de solamente 1 hoja.

En general, las diferencias entre sustratos han sido más pequeñas en las cajoneras, igual que ocurría con las plantas de lechuga. También cabe destacar que los porcentajes de plántula comercial fueron mayores que en el cultivo de la lechuga; esto puede ser debido a que la oca sea una especie mejor adaptada a las condiciones edafológicas y climáticas de la zona.

#### **4.3.3.- PLÁNTULAS DE TOMATE COMERCIALES**



**Fig. 28:** Porcentaje medio (con desviación típica) de plantas de tomate comerciales, en semilleros tipo bandeja y tipo cajoneras.

En la figura 28 se observan los porcentajes de plantas de tomate aptas para el trasplante o la venta, que al igual que ocurría en el caso de la lechuga, han sido muy diferentes según el tipo de semillero empleado. En las bandejas, los porcentajes de plantas comerciales fueron relativamente bajos; solamente los tratamientos cuya composición contiene la mitad o más proporción de sustrato comercial (S1, S2 y S3) superaron el 50% de plantas comerciales. Los sustratos restantes ofrecieron porcentajes inferiores al 25%. El semillero tipo cajoneras mostró porcentajes mucho mayores, destacando el sustrato comercial (S1) que superó el 95% de plantas aptas para el trasplante y la venta. El tratamiento S2 presentó un porcentaje medio superior al 80%, mientras que los demás se situaron entre 55 y 75%. Los motivos por los que las plantas de tomate se consideraron no comerciales fueron: plántulas totalmente marchitadas o con coloración indeseada (Fig. 29), crecimiento vegetativo o radicular insuficiente, o manchas necróticas en el tallo (Fig. 30).



**Fig. 29:** Plantas de tomate no comerciales cultivadas en bandejas. Izq., plantas marchitadas, dcha., aspecto y coloración no agradable.



**Fig. 30:** Plantas de tomate (a raíz desnuda) no comerciales; poco crecimiento de la planta, sistema radicular poco desarrollado o roto durante el arranque, y manchas necróticas en el cuello.

En general, se evidencia que los semilleros tipo bandeja ofrecen porcentajes de plantas de tomate comerciales muy bajos; solamente con sustrato comercial se pudo conseguir un número aceptable de plantas comerciales. Además, las diferencias entre los sustratos “buenos” y los demás fueron muy pronunciadas. Sin embargo, las cajoneras sí mostraron buenos resultados, superando en todos los casos el 50% de plantas comerciales obtenidas; y las diferencias entre sustratos fueron menores. Se puede decir que para conseguir un buen porcentaje de plantas de tomate comerciales, ha sido más importante el tipo de semillero que el sustrato; además el porcentaje ha sido mejor cuanto mayor era la proporción de sustrato comercial en la composición del sustrato.

### **4.3.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS**

Una vez observados los porcentajes de plantas comerciales que se han obtenido con cada especie, tipo de semillero y sustrato, es necesario determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Para ello, se ha realizado un análisis de la varianza trifactorial fijando los factores especie, tipo de semillero y sustrato, y se ha analizado la variable dependiente porcentaje de plántula comercial. La separación de medias se ha analizado mediante el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

**Tabla 20:** Prueba de interacción entre sujetos (especies, tipos de semillero y sustratos) y efectos (porcentaje de plantas comerciales).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ESPECIE	1,765	2	,883	85,190	,000
SUSTRATO	4,051	7	,579	55,847	,000
SEMILLERO	,952	1	,952	91,878	,000
ESPECIE * SUSTRATO * SEMILLERO	,248	14	,018	1,707	,085

Tal y como muestra la tabla 20, la interacción entre los tres factores no ha sido significativa ( $P=0,085$ ), es decir, los factores no interactúan entre ellos, por lo que el resultado de uno no perturba el de los demás. En la tabla 21 se presentan los porcentajes de plántulas comerciales obtenidos para las distintas especies estudiadas.

**Tabla 21:** Porcentaje de plantas comerciales por especie o cultivo. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

ESPECIES	ARCSENO $\sqrt{(\%/100)}$	PORCENTAJE (%)	
OCRA	1,016	69,14%	a
TOMATE	0,809	52,52%	b
LECHUGA	0,687	46,25%	c

Se evidencia que existen diferencias significativas entre los porcentajes de plantas comerciales de cada cultivo. Se confirma que la ocra es el cultivo que más plantas comerciales ofreció con casi el 70%, marcando diferencias significativas sobre las otras dos especies. El tomate por su parte, mostró porcentajes de plantas comerciales significativamente mayores que la lechuga.

Estos resultados pueden ser debidos a que la ocra es una especie local mejor adaptada a las condiciones edáficas y climatológicas, por lo que sufrió menos durante su cultivo en semillero y ofreció mayor número de plántulas de calidad. Por su parte la lechuga, es una planta cuya temperatura óptima de crecimiento oscila entre 15 y 20°, y que no soporta las temperaturas superiores a 30°C (Maroto, 2000). Por ello, la elevada temperatura ha podido ser el factor que impidió obtener unos porcentajes de plantas comerciales aceptables.

Por otra parte, se ha analizado las diferencias existentes entre los porcentajes de plántulas comerciales para cada tipo de sustrato (Tabla 22).

**Tabla 22:** Porcentaje de plantas comerciales en los distintos sustratos analizados (SC: sustrato comercial; T: tierra; E: estiércol). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

SUSTRATO	ARCSENO $\sqrt{(\%/100)}$	PORCENTAJE (%)	
S1 = SC4:0	1,246	85,63%	a
S2 = SC3:1T	1,040	73,54%	b
S3 = SC2:2T	0,942	63,90%	c
S4 = SC1:3T	0,792	50,73%	d
S6 = E1:3T	0,692	41,77%	e
S7 = E2:2T	0,685	41,46%	e
S5 = T4:0	0,671	39,58%	e
S8 = E3:1T	0,628	37,81%	e

En la tabla 22 se observa que el sustrato S1 ha sido significativamente el más adecuado para la obtención de plantas comerciales, ya que alcanzó un 85% de plantas comerciales. El sustrato S2 presentó un porcentaje del 73%, fue significativamente mayor que los tratamientos restantes. También el S3 mostró porcentajes significativamente superiores a S4, S5, S6, S7 y S8. Por último, el sustrato S4 ofreció porcentajes de planta comerciales representativamente mayores que los sustratos restantes, que eran aquellos que no contenían sustrato comercial en su composición. Estos últimos sustratos presentaron porcentajes inferiores al 45%, sin poder determinar diferencias entre ellos.

Por tanto, se evidencia que los mejores sustratos para la obtención de plantas comerciales han sido aquellos que contienen sustrato comercial en su composición. Además, cuanto mayor fuera la proporción de sustrato comercial en esta composición, mejor era el resultado que ofrecía el sustrato, debido probablemente a las mejores propiedades físico-químicas que este confiere. Sin embargo, la mezcla de la tierra de las huertas con el sustrato comercial podría ser una buena elección para su uso como sustrato en semillero con el fin de abaratar los costes de producción.

Por último, se ha analizado si existen diferencias significativas entre los semilleros de bandeja o cajonera. Es decir, si se puede determinar cuál de ellos dos ofreció mayores porcentajes de plantas comerciales. En la tabla 23 se muestran los resultados obtenidos:

**Tabla 23:** Porcentaje de plantas comerciales en los tipos de semillero ensayados. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TIPO DE SEMILLERO	ARCSENO $\sqrt{(\%/100)}$	PORCENTAJE (%)	
CAJONERA	0,921	63,45%	a
BANDEJA	0,737	45,16%	b

Como se podía prever en los gráficos observados en las figuras 24, 26 y 28, los semilleros tipo cajoneras han ofrecido resultados significativamente superiores a los de bandeja. En los semilleros en cajoneras se obtuvo un porcentaje de plantas comerciales del 63%, mientras que en bandejas solo el 45% de las plantas fueron consideradas aptas para el trasplante y venta.

Estas diferencias pueden ser debidas a que las cajoneras permiten un mejor desarrollo radicular de las plantas. Esto proporciona mejor crecimiento y desarrollo del sistema aéreo, por lo que se ha obtenido mayor cantidad de plantas aptas para el trasplante o la venta. Sin embargo, es también interesante estudiar cómo se adaptan al trasplante las plántulas obtenidas en este tipo de semillero (raíz desnuda).

#### **4.4.- INFLUENCIA DE LOS SUSTRATO Y EL TIPO DE SEMILLERO EN LA VIABILIDAD DE PLÁNTULAS HORTÍCOLAS**

En último lugar, se ha estudiado el comportamiento de las plantas del semillero durante el trasplante en campo. Puede que la germinación y evolución del cultivo hayan sido buenas, y que la calidad obtenida sea aceptable, pero siempre será necesario estudiar la viabilidad que tienen las plantas obtenidas. El objetivo final de las plantas producidas en vivero es su posterior trasplante en campo, por lo que se ha considerado muy importante estudiar el comportamiento que tienen en esta fase. La viabilidad que tengan las plantas será imprescindible para interpretar los resultados, porque si este objetivo no se cumple, quedaría sin importancia todos los demás resultados obtenidos.

##### **4.4.1.- DESARROLLO RADICULAR DE LAS PLÁNTULAS**

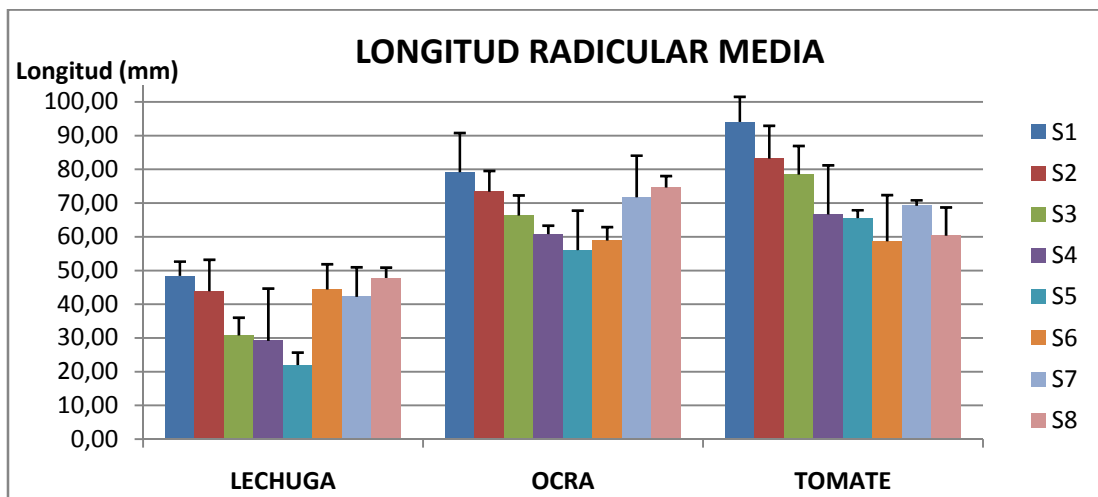
El desarrollo radicular se analizó de diferente manera en cada tipo de semillero. En semillero tipo cajonera, se realizó una medición cuantitativa de la longitud radicular



en el momento del trasplante de las plantas a raíz desnuda, considerando esta variable representativa del desarrollo radicular. En los semilleros de bandeja, en cambio, se realizó una medición cualitativa de la consistencia de taco a causa de la imposibilidad técnica de medirlo cuantitativamente, que nos indicará como ha sido el desarrollo radicular.

#### 4.4.1.1.- Longitud radicular en plantas trasplantadas a raíz desnuda

La longitud radicular que mostraron las plantas fue muy diferente para cada cultivo, pero siguió una distribución muy parecida si se observan los sustratos (Fig. 31). La lechuga es la especie que presentó las raíces más cortas, mientras que las plántulas de tomate ofrecían longitudes muy similares a las de ocra.



**Fig. 31:** Longitud radicular media con desviación típica para cada sustrato y cultivo, en plantas producidas en semilleros tipo cajoneras.

En cuanto a los sustratos empleados, los tres cultivos siguen una distribución similar: los sustratos con mayor contenido de sustrato comercial o estiércol en su composición fueron los que mejores resultados ofrecían (Fig. 32).





**Fig. 32:** Crecimiento radicular de plántulas de lechuga (A), oca (B) y tomate (C) trasplantadas a raíz desnuda. Muestra representativa del desarrollo radicular en los sustratos ensayados, de izq. a dcha. S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 (Oca, dos plantas por tratamiento).

Para observar si existen diferencias significativas entre especies y entre sustratos, se ha realizado un análisis estadístico de los datos. El análisis estadístico de la varianza ha sido bifactorial; fijando los factores especie y sustrato, y la variable dependiente la

longitud radicular de las plantas medida en milímetros. Para dicho análisis se han separado las medias con el método de Duncan, con una significación del 5%.

**Tabla 24:** Prueba de interacción entre sujetos (sustratos y especies) y efectos (longitud radicular en mm).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ESPECIE	10908,713	2	5454,356	71,267	,000
SUSTRATO	2682,046	7	383,149	5,006	,001
ESPECIE * SUSTRATO	1620,582	14	115,756	1,512	,181

Según el análisis realizado, la interacción entre los dos factores fijos, sustrato y especie, no es significativa al 5% ( $P=0,181$ ) (Tabla 24). En decir, ninguno de los factores interfiere en el resultado del otro, por lo que es posible analizarlos conjuntamente. Se han estudiado si existen diferencias entre los tres cultivos y entre sustratos.

**Tabla 25:** Longitud radicular media expresada en milímetros, por cultivos. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

ESPECIE	LONGITUD RADICULAR (mm)
TOMATE	71,99 a
OCRA	67,60 a
LECHUGA	38,05 b

El análisis estadístico demuestra que existen diferencias significativas de la longitud radicular entre las especies (Tabla 25), tal y como se podía observar en la figura 32. El tomate y la oca fueron las especies que mayores sistemas radiculares ofrecían, con una longitud media de 72 y 67 milímetros respectivamente. Ambas especies presentaron raíces significativamente mayores que la lechuga, que no llegó a 4 cm de longitud radicular media por planta. Estos resultados son normales, ya que son especies diferentes, y se deben a la propia morfología y vigor de cada especie.

Por otro lado, se ha estudiado si existen diferencias significativas entre los ocho sustratos ensayados (Tabla 26).

**Tabla 26:** Longitud radicular media expresada en mm, por sustratos. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre cultivos según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

TRATAMIENTO	LONGITUD RADICULAR (mm)			
S1 = SC4:0	72,5	a		
S2 = SC3:1T	66,8	a	b	
S7 = E2:2T	61,0		b	c
S8 = E3:1T	60,9		b	c
S3 = SC2:2T	58,5		b	c d
S6 = E1:3T	53,9			c d
S4 = SC1:3T	52,1			c d
S5 = T4:0	47,8			d

En la tabla 26 se observa que existen diferencias significativas en la longitud radicular media entre los sustratos empleados, y como se podía apreciar en las figuras 31 y 32, los sustratos con mayor parte de sustrato comercial o estiércol en su composición fueron los que mejores resultados presentaron. El sustrato S1 ofreció una longitud radicular significativamente mejor que los sustratos S3, S4, S5, S6, S7 y S8. El sustrato S2, que presentó una longitud media de 66 mm, también fue significativamente superior que los sustratos S4, S5 y S6; mientras que los sustratos S7 y S8 permitieron longitudes radiculares significativamente superiores que el sustrato S5.

El análisis estadístico evidencia lo comentado anteriormente: los sustratos con mayor proporción de sustrato comercial o estiércol son los que mejores resultados ofrecieron; entre ellos, los que contenían sustrato comercial mostraron longitudes de raíz mayores. Esto puede ser debido a la textura que ofrecen estos sustratos, ya que permite a las raíces desarrollarse y crecer más fácilmente. De hecho, el sustrato S5 que está compuesto 100% de tierra de la huerta, es el que peores resultados ofrece. Por tanto, con el objeto de conseguir un sistema radicular bien desarrollado en las plantas cultivadas en semilleros de cajoneras, el sustrato debe contener en importante proporción sustrato comercial o estiércol.

#### 4.4.1.2.- Consistencia del taco en plantas trasplantadas con cepellón

Para determinar el desarrollo radicular de las plantas que fueron cultivadas en bandejas de alveolos, se ha realizado una descripción cualitativa de la consistencia de taco o cepellón de cada planta.



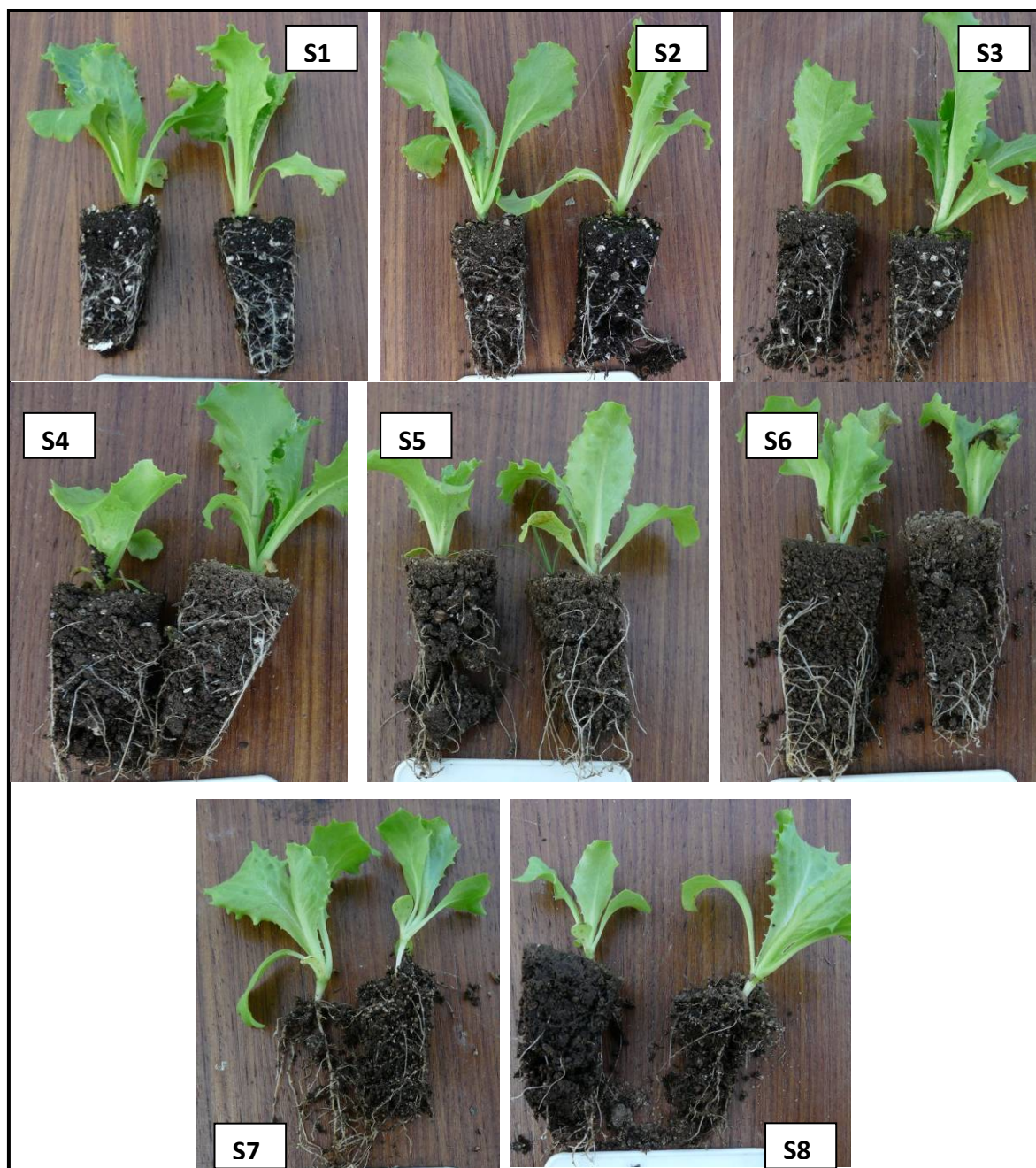
Entre las especies estudiadas, se aprecia con claridad que las plantas de oca y tomate fueron las que mayor consistencia de taco tenían; presentaban un sistema radicular bien desarrollado y tacos sólidos, sobre todo las plantas de tomate (Fig. 33). En cambio las plantas de lechuga presentaron poca firmeza del cepellón; de hecho, casi todas ellas se desmoronaron al sacarlos de la bandeja, y pocas conseguían una consistencia suficiente como para ser vendidas.



**Fig. 33:** Consistencia del taco en el momento del trasplante en plantas de lechuga (A), oca (B) y tomate (C) obtenidas en semillero tipo bandeja en los diferentes sustratos ensayados: de izquierda a derecha, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 y S8.

En la figura 33 también se evidencia que la consistencia del taco fue diferente entre los sustratos ensayados para una misma especie.

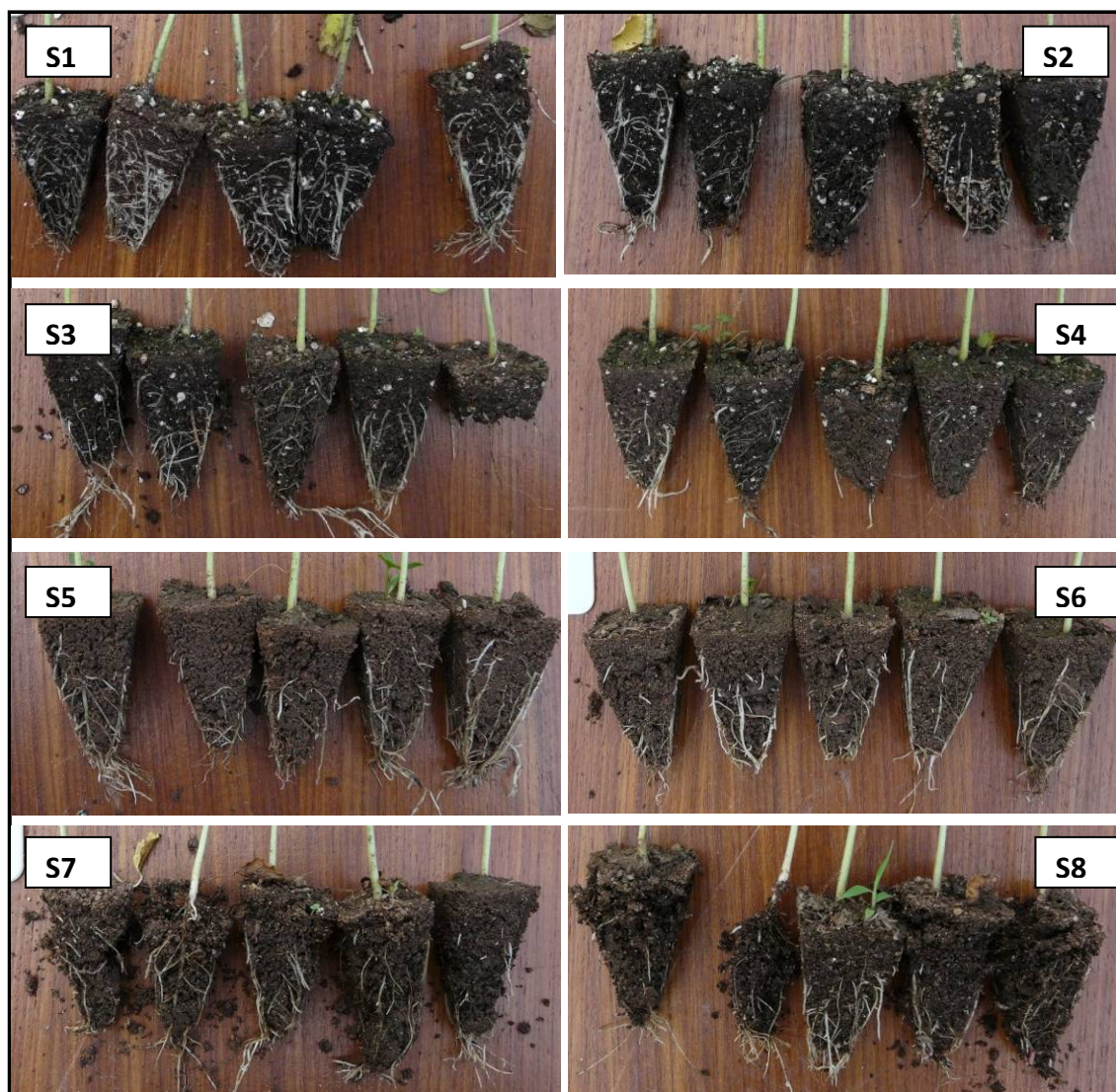
En el caso de la lechuga, los tacos más consistentes se dieron con el sustrato S1, con diferencia sobre todos los demás. El sustrato S2 permitía también tacos relativamente firmes, pero todos los demás tratamientos ofrecieron tacos que se desmoronaban al sacarlos de las bandejas (Fig. 34). En general, los sustratos con mucha cantidad de sustrato comercial presentaron tacos más firmes y un sistema radicular mejor desarrollado, mientras que los sustratos con estiércol ofrecieron los cepellones más frágiles y peor desarrollo radicular.



**Fig. 34:** Consistencia del taco en plantas de lechuga obtenidas en semillero tipo bandeja; muestra representativa de cada sustrato.



Las plantas de oca por su parte, presentaron mayor consistencia que las de lechuga, y un mejor desarrollo radicular (Fig. 35). En este cultivo los sustratos S1 y S2 han sido los que mejor sistema radicular presentaron, así como tacos más consistentes. Los sustratos S3, S4 y S5 también ofrecieron una firmeza de cepellón aceptable, aunque menor que los anteriores. Por último, los tratamientos que contenían estiércol en su composición (S6, S7 y S8) presentaban tacos frágiles, de fácil rotura, debido al insuficiente desarrollo radicular y a las propias propiedades del sustrato; se corrobora que cuanto mayor era la parte de estiércol en el sustrato, menor fue la consistencia.



**Fig. 35:** Consistencia del taco en plantas de oca obtenidas en semillero tipo bandeja; muestra representativa de cada sustrato.

Por último las plantas de tomate fueron, entre los tres cultivos, las que mejor consistencia y desarrollo radicular mostraron (Fig. 36). En general todos los tratamientos que contenían sustrato comercial (S1, S2, S3 y S4) presentaron muy



buena consistencia de taco y muy similar entre ellos. Se aprecia una gran diferencia respecto a los demás tratamientos que ofrecían cepellones poco firmes; y como en el caso de lechuga y oca, cuanto mayor era la proporción de estiércol peor fue la consistencia del taco.



**Fig. 36:** Consistencia de taco en plantas de tomate obtenidas en semillero tipo bandeja; muestra representativa de cada sustrato.

En general se evidencia que los sustratos que ofrecieron mejor consistencia de taco fueron aquellos que contenían sustrato comercial en su composición; además, a más proporción de sustrato comercial en su composición, mejor era la firmeza del



taco. El estiércol en cambio no permitió una buena consistencia del cepellón, y cuanto mayor era su proporción, peor fue la solidez del taco. Por tanto, para producir unas plántulas adecuadas en bandeja, con sistema radicular bien desarrollado y taco firme, es conveniente que el sustrato se componga en significativa proporción de sustrato comercial.

### **4.4.2.- SUPERVIVENCIA AL TRASPLANTE DE LAS PLÁNTULAS**

Para estudiar la viabilidad posterior de estas plantas, entendiendo como tal la aptitud que tienen las plantas para sobrevivir en el terreno definitivo después del trasplante y su adaptación al medio, se ha medido el porcentaje de supervivencia en cada uno de los tratamientos.

Las plantas producidas en vivero suelen ser en general sensibles y débiles, por lo que los primeros días de trasplante son críticos debido a la necesaria adaptación a un nuevo entorno edafológico y climático (Pina Lorca, 2008). En el presente ensayo, el excesivo calor ha sido el factor que más ha interferido en la supervivencia<sup>32</sup>. No hubo plagas ni enfermedades destacables que hayan alterado la supervivencia de las plantas trasplantadas, ya que se trasplantaron plántulas sanas para cada tratamiento. Sin embargo, sí hubo algunas plantas que no sobrevivieron al trasplante por el excesivo calor; se secaron y marchitaron.



**Fig. 37:** Plántulas de lechuga (izq.) y tomate (dcha.) trasplantadas en bancales de la huerta de *Waternal misión*, con acolchado vegetal.

<sup>32</sup> Ver apartado Clima en Materiales y Métodos (pág. 39)

En la tabla 27 se presentan los porcentajes de supervivencia medios que han mostrado cada uno de los tratamientos. Además, se ha realizado el análisis estadístico de la varianza, para determinar si las diferencias que se observan son significativas o no.

**Tabla 27:** Porcentaje de supervivencia al trasplante en los cultivos de lechuga, oca y tomate, para cada tipo de semillero y sustrato.

SUSTRATO	LECHUGA		OCRA		TOMATE		MEDIA
	BANDEJA	CAJONERA	BANDEJA	CAJONERA	BANDEJA	CAJONERA	
S1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0% (a)
S2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0% (a)
S3	90%	80%	80%	90%	100%	100%	90,0% (b)
S4	80%	70%	90%	90%	100%	100%	88,3% (b)
S5	80%	90%	90%	80%	100%	90%	88,3% (b)
S6	70%	80%	100%	100%	90%	100%	90,0% (b)
S7	90%	90%	80%	90%	100%	80%	88,3% (b)
S8	80%	90%	100%	100%	80%	90%	90,0% (b)
MEDIA	86,3%	87,5%	92,5%	93,8%	96,3%	95,0%	
MEDIA	86,9% (b)		93,1% (a b)		95,6% (a)		

\*Letras diferentes junto al porcentaje indican que existen diferencias significativas entre sustratos y/o entre cultivos, según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

En la tabla 27 se observa que el tomate ha sido el cultivo que mejor se adaptó al trasplante con más de un 95% de supervivencia, seguido de la oca con un 93%. La lechuga no llegó al 87% de plantas que sobrevivían el trasplante, presentando el peor resultado. El análisis de la varianza realizado demuestra que el tomate se adaptó al trasplante significativamente mejor que la lechuga, con una significación del 2%.

En cuanto al tipo de sustrato, el análisis de la varianza corrobora, con un 1% de significación, que los sustratos S1 y S2 ofrecieron una supervivencia al trasplante del 100%, significativamente mejor que los demás tratamientos (Tabla 27). Los sustratos restantes mostraron una supervivencia alrededor del 90%, sin encontrar diferencias entre ellos. Se puede decir que una supervivencia del 90% de las plantas también es una buena viabilidad en las condiciones edafo-climáticas de la zona. Por tanto, S1 y S2 fueron los que mejores resultados ofrecieron, aunque los demás sustratos también mostraron una buena adaptación al trasplante.

Finalmente, la tabla 27 muestra que los porcentajes de supervivencia al trasplante que presentan los semilleros tipo cajonera y tipo bandeja fueron muy parecidos, alrededor del 90% de supervivencia. El análisis de la varianza evidencia que no existen diferencias significativas entre ellos.

#### 4.5.- RENDIMIENTO FINAL DEL SEMILLERO

Se ha observado que todos los tratamientos ofrecieron una buena adaptación al trasplante, todos ellos con valores aproximados del 90% de viabilidad (Tabla 27). En cambio, es necesario recalcar que algunos de los sustratos y especies no ofrecieron buenos porcentajes de plantas comerciales (figuras 24, 26 y 28). Por ello, se ha considerado oportuno estudiar el rendimiento final conseguido, es decir, qué porcentaje de plantas fueron comerciales y además sobrevivieron al trasplante. Para ello, se ha obtenido el producto de ambos porcentajes (Tabla 28), y se ha realizado un análisis estadístico de los resultados.

**Tabla 28:** Porcentaje de plantas consideradas comerciales y que sobrevivieron al trasplante, por cultivo, sustrato y tipo de semillero.

SUSTRATO	LECHUGA		OCRA		TOMATE		MEDIA
	BANDEJA	CAJONERA	BANDEJA	CAJONERA	BANDEJA	CAJONERA	
S1	77,5%	70,0%	100,0%	93,7%	75,0%	97,5%	85,6% (a)
S2	62,5%	65,0%	87,5%	81,2%	62,5%	82,5%	73,5% (b)
S3	45,0%	50,0%	75,0%	53,4%	50,0%	67,7%	57,5% (c)
S4	30,0%	17,5%	67,5%	64,6%	22,5%	72,5%	44,8% (d)
S5	16,0%	24,7%	39,3%	45,0%	17,5%	65,2%	34,9% (e)
S6	14,0%	26,0%	56,2%	71,8%	11,2%	57,5%	37,5% (d e)
S7	11,2%	40,5%	30,0%	61,8%	12,5%	58,0%	36,6% (e)
S8	8,0%	38,2%	37,5%	71,8%	8,0%	49,5%	34,0% (e)
MEDIA	31,2% (b)	40,4% (a)	61,4% (b)	67,3% (a)	31,5% (b)	68,6% (a)	

Letras diferentes junto al porcentaje indican que existen diferencias significativas entre sustratos y entre tipos de semillero, según el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

Aunque el porcentaje de supervivencia fuera aceptable para todos los tratamientos, la tabla 28 confirma que además es necesario tener en cuenta el porcentaje de plantas comerciales conseguidas por cada tratamiento, ya que los resultados varían mucho.

En el análisis de la varianza la interacción entre los tres factores no es significativa ( $P=0,164$ ), por lo que se pueden estudiar los tres factores conjuntamente (Tabla 29). Las diferencias entre tratamientos aparecen reflejadas en la tabla 28, con una significación del 5% según el método de Duncan.

**Tabla 29:** Prueba de interacción entre sujetos (especies, tipos de semillero y sustratos) y efectos (rendimiento final).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>ESPECIE</b>	1,678	2	,839	94,900	,000
<b>SUSTRATO</b>	4,650	7	,664	75,124	,000
<b>SEMILLERO</b>	,881	1	,881	99,580	,000
<b>ESPECIE * SUSTRATO * SEMILLERO</b>	,180	14	,013	1,457	<b>,164</b>

Entre los sustratos ensayados, se confirma lo observado en todas las variables estudiadas, que el sustrato S1 resultó el mejor con diferencias significativas respecto a todos los demás sustratos, con 85% de plantas comerciales y además viables. Se evidencia que los sustratos que contienen sustrato comercial en su composición son significativamente mejores que los demás sustratos, excepto S4 que no obtiene mayores porcentajes que S6. Además, a mayor proporción de sustrato comercial, mayor es la proporción de plantas comerciales y que sobrevivieron al trasplante (también con diferencias significativas entre los sustratos S1, S2, S3 y S4). Los sustratos que no contienen sustrato comercial en su composición (S5, S6, S7 y S8) ofrecieron unos porcentajes cercanos al 35%, y no se han apreciado diferencias entre ellos.

Por último, en tomate se evidencia que los semilleros tipo cajoneras ofrecieron mejor rendimiento, aunque en los otros dos cultivos la diferencia no fue tan notable. El análisis de la varianza demuestra que los semilleros tipo cajoneras ofrecieron mejor rendimiento (media de 58%) que los de bandejas de alvéolos (41%), si se toman en cuenta todos los sustratos y cultivos.

Sin embargo, cabe destacar que los resultados que ofrece cada semillero cuando se utilizan sustratos “buenos” (S1, S2) son diferentes, ya que en estos casos las bandejas presentan mejores resultados respecto a las cajoneras. Por tanto, aunque las cajoneras ofrecieron mejor resultado tomando todos los tratamientos, en los tratamientos que se consiguen mejores resultados son las bandejas quienes permiten mayor rendimiento.

#### **4.6.- CREACIÓN DEL VIVERO HORTÍCOLA**

Después de haber estudiado los materiales necesarios para el desarrollo de un vivero hortícola, se procedió a su creación en una de las comunidades. Para ello, se eligió una comunidad, se construyó y se puso en marcha el vivero hortícola y se llevaron a cabo distintas actividades encaminadas a mejorar la situación de las huertas existentes en las comunidades.

##### **4.6.1.- ELECCIÓN DE LA HUERTA**

Siguiendo los criterios definidos en Materiales y Métodos, se eligió la huerta de Mabarihule para desarrollar el vivero. Era la única huerta con buena disponibilidad de agua, ya que disponen de un pozo para la extracción de agua, además de poder almacenarla en un tanque para usarla cuando sea necesario.

Uno de los mayores problemas durante el trabajo realizado fue el idioma, ya que la comunicación resultó imprescindible para desarrollar el vivero. Aunque en Sudáfrica el inglés sea idioma oficial, en el entorno más rural la población habla las lenguas nativas, y son pocos los que pueden comunicarse en inglés. La mayoría de las voluntarias de los centros de huérfanos no hablaba inglés, sino que *Tsonga* o *Zulu*, por lo que esto fue un gran impedimento. Solamente en el centro de Mabarihule había un número suficiente de voluntarias que podían comunicarse en inglés.

Por último, se observó que muchas de las voluntarias carecían de motivación para crear un vivero o desempeñar cualquier nueva actividad. Por ejemplo, desde el principio se desestimó el vivero en Cork porque los voluntarios esperaban a una ayuda del gobierno y comunicaron que no querían participar en el trabajo de creación del vivero; cinco meses después la seguían esperando, y la huerta no había hecho más que empeorar. Al contrario, en Justicia y Mabarihule se observó una motivación general para realizar cualquier actividad agrícola, indispensable para que el vivero fuera viable.

##### **4.6.2.- CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL VIVERO**

Basándose en los resultados del ensayo, se decidió emplear la mezcla de sustrato comercial al 75% y tierra local al 25%, ya que este sustrato ofrecía buenos resultados y permite abaratar costes utilizando la propia tierra de la huerta. En cuanto al tipo de semillero, se vio que el rendimiento final del semillero tipo bandejas de alvéolos fue mejor que el obtenido en cajoneras cuando se usaban mezclas con un 75% de sustrato comercial (Tabla 28). Además, las plantas producidas podrían ser vendidas o donadas al resto de comunidades, y para ello es más conveniente el trasplante con



cepellón. Por todo ello, se decidió emplear bandejas de alvéolos, utilizando las mismas que para el ensayo.

Se construyó una mesa de 3 x 2 metros (Fig. 38, izquierda), donde se colocaron las bandejas; esta mesa sirve para que el trabajo sea mucho más cómodo y evitar la presencia de hierbas adventicias cerca de las bandejas. Además de la mesa, se levantó una estructura mayor que la mesa con ramas para la malla de sombreo (Fig. 38, derecha), imprescindible en las condiciones climáticas de Bushbuckridge. Para todo ello, se empleó madera cortada en la misión de *Waterval* y las mallas que sobraron después del ensayo, a fin de evitar mayores costes.



**Fig. 38:** Construcción de mesa para bandejas de alvéolos y cubierta para malla de sombreo, en la huerta de Mabarhule.

Por último se entregó todo el material necesario para la puesta en marcha. Además del sustrato y bandejas mencionadas con anterioridad, se suministró semillas de calidad para la siembra y abono líquido (el mismo del ensayo<sup>33</sup>). Antes de finalizar el trabajo se realizó la primera siembra, que incluía las especies hortícolas y variedades que se muestran en la tabla 30. La siembra se realizó de manera manual (Fig. 39), el riego mediante una regadera, y el abono cada siete días mezclado con el agua de riego.

**Tabla 30:** Especies y variedades sembradas en el vivero hortícola de Mabarhule.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VARIEDAD	MARCA COMERCIAL
<i>Solanum melongena</i>	Berenjena	Black Beauty	Hygrotech
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	Yuri	Hygrotech
<i>Abelmoschus esculentus</i>	Ocra	Clemson spineless	May Ford
<i>Brassica oleracea</i>	Col	Glory of enkhuisen	Hygrotech

<sup>33</sup> Ver características del fertilizante en el apartado de Abonado y Riego en Materiales y Métodos.

<i>Beta vulgaris</i> spp. <i>Flavescens</i>	Acelga	Fordhook Giant	Hygrotech
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	Kuroda	Hygrotech
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Texas 502 PRR	Premier
<i>Veta vulgaris</i> spp. <i>Conditiva</i>	Remolacha	Detroit dark red	Premier
<i>Lycopersicum</i> <i>esculentum</i>	Tomate	Heinz 1370	Grovida

Mi estancia en Sudáfrica finalizó justo después de la siembra, por lo que no se pudieron comprobar los resultados de los semilleros. Según los misioneros Combonianos, la primera producción de plántula fue muy bien, y pudieron conseguir plantas para cultivar toda la superficie que disponían (1ha aprox.).



**Fig. 39:** Pequeño vivero hortícola en la huerta de Mabarihule, y voluntarias del centro sembrando las primeras semillas.

#### **4.6.3.- MEJORAS EN LAS HUERTAS**

Desde un principio se observó que las huertas tenían muchas carencias. Los mayores problemas eran: la falta de agua, la textura arenosa del suelo y sus deficiencias en nutrientes, el clima árido y que las técnicas que empleaban no estaban adecuadas al entorno. Por lo que paralelamente al desarrollo del trabajo, se consideró necesario mejorar algunas de las técnicas de cultivo empleadas.

Una de las primeras labores que se realizó en las huertas fue estercolar el terreno, para mejorar los niveles de materia orgánica, nutrientes y propiedades físicas del suelo (FAO, 1975). Se obtuvo estiércol caprino para la huerta de Justicia, y estiércol de vacuno para Mabarihule, en granjas de las propias comunidades. Debido a la escasez



de este recurso, y al ser imposible hacer una enmienda orgánica suficiente, se aportó el estiércol solamente en las filas sembradas o plantadas (Fig. 40).



**Fig. 40:** Mejoras en la huerta de Justicia; izq. aportación de estiércol en filas de cultivo, dcha. voluntarias plantando plántula hortícola producida en la misión de *Waterval*.

La formación de las voluntarias se consideró un tema muy importante para la mejora de las huertas y la creación del vivero. Se impartieron unas charlas sobre técnicas como el compostaje, el acolchado vegetal o *mulching*, fundamentos sobre producción hortícola, manejo de semilleros, etc. Asimismo, toda la información se pasó también escrita, para que pudieran guardarla y consultarla cuando fuera necesario. Después de las reuniones-charlas, empezaron a usar acolchado vegetal en sus cultivos, y aprendieron sobre técnicas de semilleros.

## **V. CONCLUSIONES**

## **V. CONCLUSIONES**

1. Para todas las variables estudiadas, se observó que el sustrato comercial es el que mejores resultados ofrece, ya que se trata de un sustrato especialmente preparado para la producción de plántula en semillero.
2. Los sustratos que contienen mayor proporción de sustrato comercial (100% y 75%) o de estiércol (75% y 50%) en mezcla con tierra local, han ofrecido buena germinación de las semillas y aceptable desarrollo radicular en semillero tipo cajoneras.
3. El desarrollo y crecimiento de las plántulas, así como el rendimiento final del semillero (calidad y supervivencia al trasplante) mejoró a medida que se incrementaba la proporción de sustrato comercial, obteniéndose los mejores resultados en los sustratos S1 y S2 (100 y 75% de sustrato comercial, respectivamente).
4. Los sustratos que contienen parte de estiércol en su composición o los constituidos exclusivamente por tierra local, no resultaron adecuados para su uso en semillero debido al bajo rendimiento y crecimiento de plántula ofrecido.
5. Se aconseja la utilización de la mezcla de sustrato comercial al 75% y tierra al 25%, ya que ofrece resultados muy satisfactorios y permite aprovechar la tierra de la propia huerta, disminuyendo los gastos en la compra de sustrato comercial.
6. A pesar de que el semillero tipo cajoneras ha ofrecido mejores resultados que las bandejas de alvéolos, si se observan los sustratos que mejores resultados han ofrecido las bandejas han obtenido mejor rendimiento; además la comercialización de planta a raíz desnuda puede ser un hándicap para la venta. Por tanto, se recomienda la utilización del semillero tipo bandejas de alvéolos con los sustratos aconsejados.
7. La oca (*Abelmoschus esculentus*) ha demostrado ser una especie mejor adaptada a las condiciones ambientales de la zona y ha mostrado resultados más satisfactorios para todas las variables.
8. La climatología del lugar es muy limitante para la creación de un vivero hortícola, por lo que es necesario la disponibilidad de agua, mallas de sombreado y un buen manejo del cultivo en semillero.
9. Se ha creado un pequeño vivero hortícola en la comunidad de *Mabarhule* para que la huerta pueda autoabastecerse de plántula de calidad.

## **VI. BIBLIOGRAFÍA**

## **VI. BIBLIOGRAFÍA**

- Abad, M., Noguera, P. y Noguera, V. 1996. Turbas para semilleros. En: “II Jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. Congresos y Jornadas 35/96”. Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía. Sevilla.
- Abad, M., Noguera, P., Noguera, V. y Segura, M.L. 1999. Los Sustratos para el Semillero Hortícola. En: “Vilarnau, A. y González, J. 1999. Planteles, semilleros y viveros. Ediciones de Horticultura”. Reus, Tarragona.
- Adams, M., Cousins, B. and Manona, S. 1999. Land Tenure and Economic Development in Rural South Africa: Constraints and Opportunities. Overseas Development Insitute. Londres.
- Alarcón, A. y Egea, C. 1999. Fertirrigación en Planteles y Semilleros. En: “Vilarnau, A. y González, J. 1999. Planteles, semilleros y viveros”. Ediciones de Horticultura. Reus, Tarragona.
- Alcasena, F. 2007. Estudio de los huertos comunitarios y desarrollo de huertos para pacientes enfermos de VIH/SIDA en el hospital de Tintswalo (Bushbuckridge, Sudáfrica). Trabajo Final de Carrera. UPNA, Pamplona.
- Ansorena, J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Arlington, E. y Lund, F. 1996. Questioning Rural Livelihoods. En: “Lipton, F., Ellis, J. y Lipton, M. 1996. Land, labour and livelihood in rural South Africa”. Indicator Press. Durban, Sudáfrica.
- AVERT. 2009. HIV/AIDS in South Africa, 2009. Averting HIV & AIDS. Londres.
- AVERT. 2009. Orphans and HIV/AIDS in South Africa, 2009. Averting HIV & AIDS. Londres.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Agrotécnica S.L. Madrid.
- Burés, S. 1998. Introducción a los Sustratos. Aspectos Generales. En: “Pastor, J.N. 1998. Tecnología de sustratos aplicada a la viverística ornamental, hortícola y forestal”. Universidad de Lleida. Lleida.
- Castellví, F. y Elías, F. 1996. Agrometeorología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Castilla, N. 1995. Manejo del Cultivo Intensivo del Tomate en suelo. En: “Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate”. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Domínguez Vivancos, A. 1989. Tratado de Fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Dovie, D.B. 2004. Economic Evaluation of Secondary Resources in the Context of Total

- Livelihoods. En: "Lawe, M., Eeley, H.C., Shacleton, C.M. y Geach, B.S. Indigenous Forests and Woodlands in South Africa: policy, people and practice". University of Natal Press. Durban, Sudáfrica.
- DPLG (Department Provincial and Local Government). 2006. Bushbuckridge nodal economic development profile, Mpumalanga. Government of South Africa. Johannesburg, Sudáfrica.
  - FAO. 1975. "FAO Soils Bulletin nº25: Sandy Soils". Roma.
  - Guía del Mundo. 2007. Estadísticas de Sudáfrica, 2007.
  - Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1998. Propagación de Plantas. Principios y prácticas. 2ª edición. Compañía Editorial Continental. México.
  - HSRC (Human Sciences Research Council). 2004. Fact Sheet: Poverty in South Africa. HSRC. Pretoria, Sudáfrica.
  - Hygrotech: Vegetable Production Guide for South Africa. Johannesburg, Sudáfrica.
  - IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2009. Rural Poverty Report 2009: Background Documents. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
  - Jiménez, R. y Lamo, J. 1998. Agricultura Sostenible. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
  - Kruger, A.C., Makamo, L.B. and Shongwe, S. 2002. An analysis of Skukuza Climate Data. En: "Koedoe", 45: 1-7. Pretoria. Sudáfrica.
  - Landman, J.P. *et al.* 2004. Poverty and Inequality in South Africa, 2004-2014. University of Cape Town. Ciudad del Cabo, Sudáfrica.
  - López Galarza, S. *et al.* 2000. Manejo del Cultivo de Lechuga y Escarola. En: "Gómez, A.M., Maroto, J.V. y Baixauli, C. 2000. La lechuga y la escarola". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
  - López Ritas, J. y López Melida, J. 1985. El Diagnóstico de Suelos y Plantas. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
  - Gómez, A.M., Maroto, J.V. y Baixauli, C. 2000. La Lechuga y la Escarola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
  - May, J. 2000. Growth, development, poverty and inequality. Zed Books Ltd. Londres.
  - Mpumalanga Provincial Government. 2009. (<http://info.gov.za>)
  - Mutangadura, G. 2005. Gender, HIV/AIDS and Rural livelihoods in Southern Africa: Addressing the Challenges". JENDA (Journal of Culture and African Women Studies). Johannesburg, Sudáfrica.
  - ONUSIDA y OMS. 2009. Situación Mundial de la Epidemia del SIDA, 2009. Programa

Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/SIDA y Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.

- Pagés, M. y Matallana, A. 1984. Caracterización de las propiedades físicas en los sustratos empleados en horticultura ornamental. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- Pastor, J. N. 1998. Tecnología de Sustratos Aplicada a la Viverística Ornamental, Hortícola y Forestal. Universidad de Lleida. Lleida.
- Pina Lorca, J.A. 2008. Propagación de Plantas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Rodríguez, R., Tabares, J.M. y Medina, J.A. 1989. Cultivo Moderno del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Shackleton, C.M., Shackleton, S.E. and Cousins, B. 2001. The Role of Land-Based Strategies in Rural Livelihoods: the contribution of arable production, animal husbandry and natural resource harvesting in communal areas of South Africa. Development of Southern Africa. Pretoria, Sudáfrica.
- Shujat, H., Muhammad, S., Noor-ul, A., Shah, A. and Zafar, I. 2006. Response of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Cultivars to Different Sowing Times. Journal of agricultural and biological science. Asian Research Publishing Network. Pakistán.
- Terreblanche, S. 2002. A History of Inequality in South Africa. University of Natal Press & KMM Publishing. Pietermaritzburg, Sudáfrica.
- Thornton, R. 2002. Environment and land in Bushbuckridge, South Africa. University of the Witwatersrand. Johannesburg, Sudáfrica.
- Urbano Terrón, P. 1995. Tratado de Fitotecnia General. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- World Bank. 2009. South Africa at the Glance, 2009. Washington, EEUU.

### **Páginas web:**

<http://nwrec.hort.oregonstate.edu/okra.html>

<http://www.infoagro.net>

<http://www.wikipedia.org>

<http://www.pedosphere.com>

<http://www.bushbuckridge.gov.za> (Bushbuckridge Municipality.)

<http://www.weathersa.co.za> (South African Weather Service).

<http://www.guiadelmundo.org.uy/cd/>